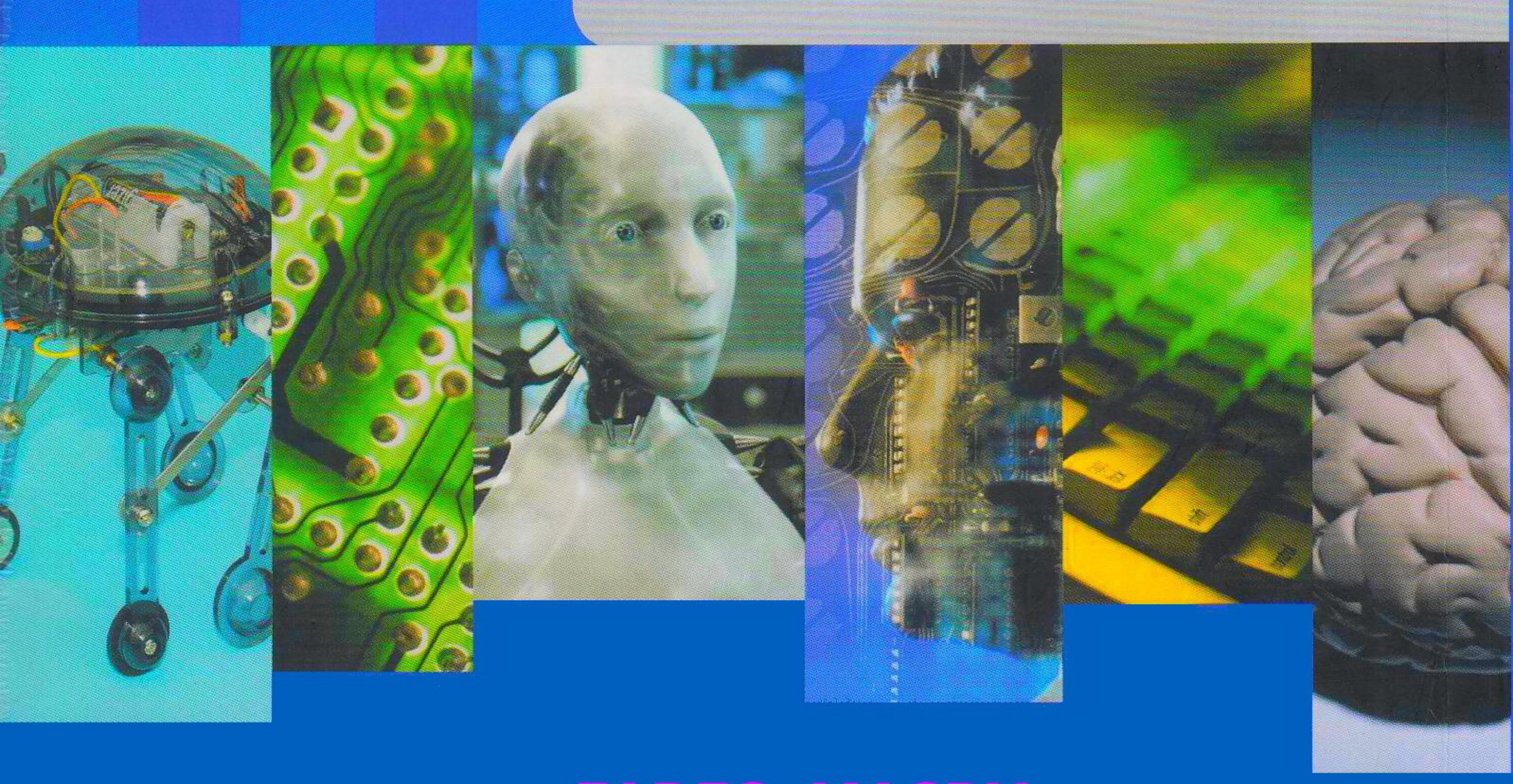






تأليف: بلاي ويتباي
إعداد قسم الترجمة
بدار الفاروق





الوصول إلى الحقيقة يتطلب إزالة العوائق
التي تعترض المعرفة، ومن أهم هذه العوائق
رواسب الجهل، وسيطرة العادة، والتبجيل المفرط
لمفكري الماضي
أن الأفكار الصحيحة يجب أن تثبت بالتجربة

روجر باكون



التعليم ليس استعدادا للحياة ، إنه الحياة ذاتها
جون ديوي
فيلسوف وعالم نفس أمريكي

الذكاء الاصطناعي

Artificial Intelligence
A Beginner's Guide
By: Blay Whitby

الناشر: دار الفاروق للاستثمارات الثقافية (ش.م.م)
العنوان: ١٢ ش الدقي – الجيزة – مصر
تليفون: ٠٢/٣٧٦٢٢٨٣٠ –٠٢/٣٧٦٢٢٨٣١ – ٠٢/٧٦٢٢٨٣٢/٠٠٢
– ٠٢/٣٧٤٨٢٠٧٢٩ –٠٢/٣٧٤٩١٣٨٨
فاكس: ٠٢/٣٣٣٨٢٠٧٤

فهرسة أثناء النشر/ إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية. إدارة الشئون الفنية.

ويتباي، بلاي
الذكاء الاصطناعي/ تأليف بلاي ويتباي؛ ترجمة قسم الترجمة بدار الفاروق.– ط ٠١– القاهرة: دار الفاروق للاستثمارات الثقافية (ش.م.م)، [٢٠٠٨] ٢٠٨ ص؛ ٢١,٥ سم.
تدمك: 978-977-455-223-4
رقم الإيداع: ٢٠٠٨/١٠١٨
١– الذكاء الاصطناعي
أ– العنوان
ديوي: ٠٠٦,٣

الطبعة العربية: ٢٠٠٨
الطبعة الأجنبية: ٢٠٠٣
صدرت هذه الطبعة باتفاقية نشر خاصة بين:

الناشر 

و 

مؤسسة محمد بن راشد آل مكتوم غير مسئولة عن آراء المؤلف وأفكاره، وتعبر الآراء الواردة في هذا الكتاب عن وجهة نظر المؤلف وليس بالضرورة عن رأي المؤسسة.

www.daralfarouk.com.eg


مجلة الابتسامة
الذكاء الاصطناعي
مؤسسة محمد بن راشد آل مكتوم
MOHAMMED BIN RASHID
AL MAKTOUM FOUNDATION
دار الفاروق
للاستثمارات الثقافية


مجلة
الابتسامة

رسالة مؤسسة محمد بن راشد آل مكتوم

عزيزي القارئ،

في عصر يتسم بالمعرفة والمعلوماتية والانفتاح على الآخر، تنظر مؤسسة محمد ابن راشد آل مكتوم إلى الترجمة على أنها الوسيلة المثلى لاستيعاب المعارف العالمية، فهي من أهم أدوات النهضة المنشودة، وتؤمن المؤسسة بأن إحياء حركة الترجمة، وجعلها محركًا فاعلًا من محركات التنمية واقتصاد المعرفة في الوطن العربي، مشروع بالغ الأهمية ولا ينبغي الإمعان في تأخيره.

فمتوسط ما تترجمه المؤسسات الثقافية ودور النشر العربية مجتمعة، في العام الواحد، لا يتعدى كتابًا واحدًا لكل مليون شخص، بينما تترجم دول منفردة في العالم أضعاف ما تترجمه الدول العربية جميعها.

أطلقت المؤسسة برنامج «ترجم»، بهدف إثراء المكتبة العربية بأفضل ما قدّمه الفكر العالمي من معارف وعلوم، عبر نقلها إلى العربية، والعمل على إظهار الوجه الحضاري للأمة عن طريق ترجمة الإبداعات العربية إلى لغات العالم.

ومن التباشير الأولى لهذا البرنامج إطلاق خطة لترجمة ألف كتاب من اللغات العالمية إلى اللغة العربية خلال ثلاث سنوات، أي بمعدل كتاب في اليوم الواحد.

وتأمل مؤسسة محمد بن راشد آل مكتوم في أن يكون هذا البرنامج الاستراتيجي تجسيدا عملياً لرسالة المؤسسة المتمثلة في تمكين الأجيال القادمة من ابتكار وتطوير حلول مستدامة لمواجهة التحديات، عن طريق نشر المعرفة، ورعاية الأفكار الخلاقة التي تقود إلى إبداعات حقيقية، إضافة إلى بناء جسور الحوار بين الشعوب والحضارات.

للمزيد من المعلومات عن برنامج «ترجم» والبرامج الأخرى المنضوية تحت قطاع الثقافة، يمكن زيارة موقع المؤسسة www.mbrfoundation.ae.

مؤسسة محمد بن راشد آل مكتوم

عن المؤسسة:

انطلقت مؤسسة محمد بن راشد آل مكتوم بمبادرة كريمة من صاحب السمو الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم نائب رئيس دولة الإمارات العربية المتحدة رئيس مجلس الوزراء حاكم دبي، وقد أعلن صاحب السمو عن تأسيسها، لأول مرة، في كلمته أمام المنتدى الاقتصادي العالمي في البحر الميت - الأردن في أيار/مايو ٢٠٠٧. وتحظى هذه المؤسسة باهتمام ودعم كبيرين من سموه، وقد قام بتخصيص وقف لها قدره ٣٧ مليار درهم (١٠ مليارات دولار).

وتسعى مؤسسة محمد بن راشد آل مكتوم، كما أراد لها مؤسسها، إلى تمكين الأجيال الشابة في الوطن العربي، من امتلاك المعرفة وتوظيفها بأفضل وجه ممكن لمواجهة تحديات التنمية، وابتكار حلول مستدامة مستمدة من الواقع، للتعامل مع التحديات التي تواجه مجتمعاتهم.

مقدمة

يتمثل الهدف من هذا الكتاب في تعريف القارئ بعالم الذكاء الاصطناعي المبهر. وشأنه شأن المجالات الجديدة التي لم يتم تناولها من قبل، فإنه يفترض عدم وجود معرفة مسبقة بهذا المجال. وعلى الرغم من ذلك، يمكن نقل موضوع الذكاء الاصطناعي والجدل الممتع المثار حوله إلى العامة من الجمهور بشكل غير تقني وبأسلوب خالٍ من المصطلحات المعقدة.

جدير بالذكر أن الذكاء الاصطناعي يعد واحداً من أهم التحديات التي لم تواجه البشرية مثلها من قبل، فضلاً عن أنه قد يكون من الصعب نقل هذه المتعة عبر صفحات كتاب يتسم بالجدية. وعلى الرغم من ذلك، فقد أدت الحيوية البالغة التي تمتع بها الباحثون من مختلف الثقافات ودفعتهم إلى خوض تحديات كثيرة ومتعددة إلى جعل الذكاء الاصطناعي مادة شيقة للبحث والدراسة. إن بعض التحديات التي يتم وصفها تبدو للوهلة الأولى طموحة للغاية، لكن التطلع لما يصعب تحقيقه وتجاهل محاولات تثبيط العزيمة يعدان من السمات المميزة للعلم الحديث. وقد ألفت مؤلفات عديدة في مجال الذكاء الاصطناعي طيلة ٢٠ عامًا وليس بي أدنى شك حيال مدى صعوبة تحقيق بعض أهدافه. ومع ذلك، فهناك سمة مميزة للغاية قد يتميز بها بعض الأفراد، حيث يعزمون على فعل شيء ما بمجرد إخبارهم بأنه شيء مستحيل فعله.

إن الذكاء الاصطناعي لا يدور كليةً حول الأهداف الطموحة صعبة المنال فحسب، وإنما يعبر أيضًا عن تكنولوجيا ناجحة بشكل

ملحوظ. ويجدر القول إن معظم الأفكار والأساليب التي كانت ذات يوم تعتبر آخر ما توصل إليه العلم أصبحت الآن من الوسائل التكنولوجية المستخدمة في علم الكمبيوتر بصورة يومية. ومن حين لآخر، تمكن الكثيرون ممن دخلوا القطاع التجاري من تكوين ثروة لا بأس بها من تطوير تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي والاستفادة منها.

تجدر الإشارة إلى وجود العديد من الكتب الجيدة التي تتناول موضوع الذكاء الاصطناعي. وعلى الرغم من ذلك، فإن عدداً قليلاً منها يعد مناسبًا لقارئ مبتدئ في هذا المجال. ويرجع ذلك إلى أن معظم الكتب تتعامل مع موضوع الذكاء الاصطناعي بشكل أكثر تقنية، وعادة ما يكون مطلوبًا وجود درجة من السلاسة في التعامل مع أنواع عديدة من المفاهيم الاصطلاحية.

يعتبر الذكاء الاصطناعي مجالاً متشعبًا؛ لذا فمن المستحيل اشتمال هذا الكتاب (أو أي كتاب آخر) على كل بحث مهم أو تقنية مهمة بالتفصيل. ومن أجل تعرف القارئ العادي على أكبر قدر ممكن من المعلومات في هذا المجال، فقد تحتم عليّ تحري الدقة في اختيار الموضوعات إلى جانب وصف بعض التفاصيل التقنية بإيجاز شديد.

نظراً لأن هذا الكتاب موجه للقارئ العادي، فقد عزفت عن إدراج أية معادلات أو أكواد حسابية أو مواصفات رمزية أو منطقية. كما أنني حاولت الإقلال من الإشارات المرجعية قدر الإمكان. وبهذه الصورة، فقد اختلف الكتاب بصورة كبيرة عن الكتب الأخرى التي تناولت موضوع الذكاء الاصطناعي.

بناءً على ذلك، فإن هذا الكتاب وحده لا يمكن الاعتماد عليه في التأهل للحصول على وظيفة في مجال الذكاء الاصطناعي. فإذا كانت لديك الرغبة في العمل في مجال الذكاء الاصطناعي، فإنه ينبغي عليك - إذا كان ممكنًا - معرفة بعض المعلومات عن برمجة أجهزة الكمبيوتر. وهذا ليس مرجعه أن الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي يقضون وقتهم كله في كتابة برامج كمبيوتر - في الحقيقة هم يقضون معظم أوقاتهم في التفكير في حلول للمشاكل الصعبة - وذلك لأن برمجة الكمبيوتر تعد مهارة أساسية وضرورية في هذا المجال؛ حيث إنها أقرب ما تكون إلى "اللغة المشتركة" التي يمكن استخدامها في مجال الذكاء الاصطناعي.

ادعاءان كاذبان عن الذكاء الاصطناعي

لقد ظهر ادعاءان كاذبان عن الذكاء الاصطناعي وقد انتشرا على نطاق واسع، وسينصرف الكتاب عن تناولهما تمامًا. ويتمثل الادعاء الأول في القول الذي مفاده أن الذكاء الاصطناعي أخفق في تحقيق الهدف المرجو منه. (يدعي البعض في بعض الأحيان أن الذكاء الاصطناعي من المجالات المستحيل تطبيقها.) وينبغي التأكيد على أن هذا الادعاء خاطئ كليةً؛ حيث إن الذكاء الاصطناعي تمكن من إنتاج مجموعة أساليب تكنولوجية ناجحة استطاعت تغيير نمط الحياة التي نحياها. وسوف يتم تقديم الأمثلة على النجاحات التي أحرزها الذكاء الاصطناعي على مدار فصول هذا الكتاب. وهناك شك بسيط في أن أنشطة باحثي الذكاء الاصطناعي سوف تستمر في إنتاج المزيد من الأساليب التكنولوجية المفيدة بصورة يومية. ومع كل ذلك،

فقد نجح الذكاء الاصطناعي في ابتكار أساليب وأفكار مهمة أثرت بشكل مذهل في العلوم والفنون.

ويتبادر إلى الذهن سؤال: ما السبب وراء استمرار مثل هذا الادعاء في اختلاق أكاذيب متعلقة بسوء فهم أهداف الذكاء الاصطناعي؟ من السهل وجود مثل هذه الحيرة في فهم هذه الأهداف نظراً لأن الذكاء الاصطناعي ذو أهداف متعددة دومًا. وتتراوح هذه الأهداف بدءاً من محاولة تسهيل استخدام أجهزة الكمبيوتر وحتى فهم طريقة تفكير العقل البشري. ودائمًا ما يكون هناك من يحاول تثبيط العزيمة بصدد تطبيق الذكاء الاصطناعي في حياتنا، سواء أكان من العاملين في هذا المجال أم من خارجه. علاوةً على أن سلاسة الأهداف والمناهج تعد سمة نموذجية - وربما تكون مفيدة - لذلك الفرع العلمي الذي ما زال يخطو أولى خطواته.

يتمثل الادعاء الثاني في أنه في حالة نجاح الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهدافه، فإنه سيمهد البشرية بأسرها للخضوع لجيل جديد من الآلات ذات الإمكانات الهائلة. ولا يمكن القول إن هذا الادعاء خاطئ فحسب، وإنما هو غير عقلاني أيضًا. ويجب الاعتراف بأن جزءاً من مسئولية ظهور مثل هذا الادعاء يقع على عاتق بعض العاملين في مجال الذكاء الاصطناعي نفسه. ومع ذلك، فإنه يبدو غير منطقي؛ حيث إنه لا يوجد شيء في الذكاء الاصطناعي في الوقت الحالي أو المستقبلي يشير إلى إمكانية حدوث مثل هذا التوقع الخطير. فلقد أثبت الذكاء الاصطناعي - حتى الآن - أنه تكنولوجيا مفيدة للبشرية بشكل ملحوظ. وجدير بالذكر أن تكنولوجيا الذكاء

الاصطناعي - شأنها شأن معظم الوسائل التكنولوجية الأخرى - بها توازن بين التكاليف والفوائد، وهو ما سيتم تناوله بالتفصيل لاحقًا. وعلى الرغم من ذلك، فإن موضوع الذكاء الاصطناعي في هذا الصدد تتم مقارنته مع العديد من الوسائل التكنولوجية الأخرى التي ظهرت في النصف الثاني من القرن العشرين.

نبذة عامة عن الكتاب

إن العديد من الكتب التي تتناول موضوع الذكاء الاصطناعي - وربما معظمها - تعد كتبًا غير موضوعية؛ بمعنى أنها تؤيد مناهج معينة وتتجاهل أو تهاجم أخرى. ويعد هذا الأسلوب أسلوبًا غير مناسب وخاصةً إذا كان الكتاب للمبتدئين، حيث ينبغي أن يقدم صورة كاملة وواضحة عن هذا المجال. ومن المؤكد أن وجهة نظري ستتخلل ثنايا هذا الكتاب ولكني أحاول جاهداً أن أكون واسع الأفق إلى جانب تملك القدرة على انتقاء أفضل الأفكار وعرضها بطريقة سلسة على مدار الكتاب. ولأسباب مشابهة، فقد تم تجنب عرض موضوع الكتاب باستخدام أسلوب تاريخي، الأمر الذي سيكون من شأنه إعطاء القارئ انطباعًا خاطئًا يتمثل في إحلال أحدث التقنيات محل التقنيات الأقدم منها. في الواقع، لم يتطور الذكاء الاصطناعي تدريجيًا بهذا الشكل التسلسلي. ويرجع ذلك إلى أن التقنيات والأفكار الخاصة بالذكاء الاصطناعي كانت تحت الأضواء لما يقرب من عشر سنوات، ثم تم استبدالها فقط كي تتم إعادة اكتشافها مرة أخرى وتظهر من جديد بعد مرور عقدين من الزمن.

يتناول الفصل الأول موضوعًا صعبًا يتمثل في المقصود بالذكاء الاصطناعي. ويفترض من هم خارج هذا المجال أن هناك وجهة نظر واحدة سائدة فيه. ولكن الأمر ليس كذلك؛ حيث إن هناك اختلافًا كبيراً في الآراء المتعلقة بموضوع الذكاء الاصطناعي. وجدير بالذكر أن هذه الاختلافات ليست مجرد اختلافات سطحية وإنما تتعلق بنطاق الموضوع وأهدافه. ولكن محاولة التوصل إلى مفهوم هذا المجال - وخاصةً من قِبل شخص قام بالتدريس في هذا المجال وتأليف العديد من الكتب عنه على مدار سنوات طوال - قد تبدو صعبة وشاقة للغاية. وعلى الرغم من ذلك، فإنه من المهم تذكر مدى أهمية المفاهيم في تقدم العلوم، وجدير بالذكر أن علم حديث العهد مثل الذكاء الاصطناعي يتيح الفرصة أمام ظهور العديد من وجهات النظر والتقنيات المختلفة.

يهتم الفصل الثاني بإلقاء الضوء على الذكاء الاصطناعي على المستوى العملي. وسوف تتم دراسة العديد من تطبيقات الذكاء الاصطناعي الناجحة وشرح استخداماتها. أما الفصل الثالث، فإنه يعرض معظم مجالات البحث والتطبيق الخاصة بالذكاء الاصطناعي التي تأثرت بعلم الأحياء (البيولوجيا) بطرق شتى. ويتضمن ذلك العديد من المحاولات التي تستهدف تصميم برامج الكمبيوتر وإنشاءها، بحيث تشبه العقل البشري كثيراً في شكله التنظيمي إلى جانب تطوير برامج تحاكي التطور البيولوجي. ويبتعد الفصل الرابع بعض الشيء عن مناقشة الموضوع الأساسي كي يلقي الضوء على بعض الصعوبات الكبرى التي ما زالت تواجه الذكاء الاصطناعي،

بالإضافة إلى التركيز على بعض الأبحاث الحالية التي تحاول التغلب على هذه الصعوبات ومواجهتها.

يهتم الفصل الخامس بدراسة التأثيرات المتعددة للذكاء الاصطناعي. ونظراً لكونه أحد فروع العلم، فإن الذكاء الاصطناعي يؤثر على العديد من العلوم والفنون من خلال تبني أفكار بناءة ومثمرة. ويظهر أوضح مثال على ذلك في التطور الكبير الذي شهدته العلوم المعرفية. ونظراً للتأثر الشديد بأفكار الذكاء الاصطناعي وأساليبه التكنولوجية، فقد شهد هذا العهد العلمي تقدمًا وتطوراً هائلاً بشكل ملحوظ. فمثلاً، في الجامعة التي أعمل بها، شهدت الخمس وعشرون سنة الأخيرة تقدمًا في العلم المعرفي بدءاً من كونه نشاطًا ثانويًا لعدد قليل من الباحثين من مختلف الثقافات وحتى اعتباره من أكبر الموضوعات العلمية المتداولة داخل الجامعة.

ويهتم الفصل السادس بدراسة التأثيرات الاجتماعية للذكاء الاصطناعي. وبما أن الذكاء الاصطناعي شكل من أشكال التكنولوجيا، فإن له بالفعل بعض الأثر الاجتماعي، كما أنه يمكن توقع حدوث المزيد بشأنه. إننا بصدد الدخول في عصر سوف يكون اعتمادنا الأول فيه على الآلات الذكية شديدة التطور لمساعدتنا في أداء العديد من المهام الفكرية. وقد يخشى البعض من التدهور والانحطاط الفكري في هذا الشأن، ولكن تشير جميع الشواهد إلى استخدام هذه الآلات كنقطة انطلاق إلى مزيد من التقدم والتطور في العلوم البشرية أكثر مما يمكن تخيله في الوقت الحالي. ومن الممتع حقًا استغلال الفرصة للكتابة في هذا المجال الجديد الشيق وتزويد القراء بالمزيد من المعلومات عنه.

الفصل الأول
مفهوم الذكاء الاصطناعي

المقصود بالذكاء الاصطناعي

يعد الذكاء الاصطناعي دراسة للسلوك الذكي (في البشر والحيوانات والآلات)، كما أنه يمثل محاولة لإيجاد السبل التي يمكن بها إدخال مثل هذا السلوك على الآلات الاصطناعية. علاوةً على ما سبق، يعد الذكاء الاصطناعي من أصعب الموضوعات وأكثرها إثارة للجدل للبشرية بأسرها.

قد لا تتضح صعوبة هذا الموضوع في بادئ الأمر، ولكن يتم إدراكها بعد ذلك بشكل كبير. ففي بعض الأحيان، يتشابه البحث في مجال الذكاء الاصطناعي مع استكشاف الفضاء البعيد في مستوى الصعوبة. ولكن، تتجلى حقيقة مهمة تتمثل في أن البحث في هذا المجال أصعب بكثير من استكشاف الفضاء. ففي مجال استكشاف الفضاء، تكون لدينا على الأقل معرفة بالمشكلات الفنية الرئيسية. ولكن لسوء الحظ في الذكاء الاصطناعي، يكون الأمر مختلفًا عن ذلك.

من ناحية أخرى، يتم التعويض عن تلك الصعوبة من خلال تحقيق تلك الفوائد، سواء على الجانب العملي أم الفكري. فعلى الجانب العملي، أثبت الذكاء الاصطناعي نفسه بالفعل كمجال علمي. وكما سترى في الفصل الثاني، فإن تطبيقات الذكاء الاصطناعي ونتائجه قد ساهمت بالفعل في تطوير التكنولوجيا

والمجتمع، فضلاً عن أنها سوف تزيد من تأثيرها على هذين المجالين في المستقبل.

على الجانب الآخر، تعد الفوائد الفكرية للذكاء الاصطناعي جديرة بالاهتمام إلى حد كبير. ذلك، حيث يعرض الذكاء الاصطناعي - بل وبدأ الآن يقدم - إدراكًا علميًا لبعض الموضوعات شديدة الصعوبة التي لم نكن لنطرحها من قبل والمتعلقة بنا وبالعالم الذي نعيشه. إننا في بداية رحلة شاقة في هذا الصدد؛ حيث سنطرح مناقشات مهمة حول مفهوم الكائن المفكر.

في المقام الأول، يجد كثير من الناس مثل هذا البحث العلمي مضنيًا، وهو بالفعل كذلك. يرى البعض في احتمالية تفسير بعض السمات البشرية بطريقة علمية نوعًا من الصعوبة. ومن المهم ألا نهول من شأن هذه الصعوبة، فالأمر لا يستحق ذلك. وكما سنرى، هناك العديد من جوانب الفكر الإنساني التي لم يتطرق لها الذكاء الاصطناعي بعد، وقد تظل بعيدة عن موضع الدراسة هكذا إلى الأبد. على سبيل المثال، إن حقيقة وجود تفسير علمي لظاهرة تكون قوس قزح لا تنقص من جماله. إذا ما استطعنا خلال وقت ما في المستقبل تقديم تفسير علمي حول آلية عمل الإبداع البشري، فإن هذا لن يقلل من جمال أو تأثير أي من الأعمال الإبداعية. وهكذا، فإن التصدي بالشرح العلمي للأعمال الرائعة للعقل البشري لا ينقصها قدرها إطلاقًا.

قد يتمثل المصدر الحقيقي لتلك الصعوبة في النزوع إلى الغموض. فعادةً ما يميل البشر إلى تضمين قدر من الغموض في

قصصهم عن العالم من حولهم، كما يفضلون بشكل خاص تضمين قدر من الغموض فيما يتعلق بكيفية اتخاذ أهم القرارات وإيجاد أفضل الأفكار. وعلى الرغم من ذلك، ثمة حافز يدفع البشر للاستكشاف. ومثلما نسعى دائمًا لاكتشاف حدود الكون، يجب كذلك أن ندقق في التفاصيل الخاصة بكيفية عمل ذكاء الإنسان والحيوان أيضًا. ولا تقلل الأبحاث من شأن الذكاء البشري الفطري وما ينتج عنه من أعمال رائعة. بل على العكس، فإن الصعوبات المثيرة المضمنة في المعرفة السطحية لبعض الجوانب البسيطة المتعلقة بالسلوك الذكي للآلات قد تبعث على تقديرنا واحترامنا للذكاء الفطري.

ثمة نتيجة مهمة أخرى نابعة من مفهوم الذكاء الاصطناعي المذكور في بداية هذا الجزء، وتتمثل في الطريقة التي يتمكن من خلالها من تخطي الحدود التقليدية للدراسة بشكل واضح. فهو يجمع بين العلم والهندسة؛ حيث إنه يتضمن دراسة السلوك الذكي وكيفية الاستفادة منه. وغالبًا ما يميل العمل في مجال الذكاء الاصطناعي إلى التقليل من الفصل المفترض بين العلم والهندسة؛ حيث إنه يشتمل على الاستكشاف من خلال الجمع بين هذين المجالين. والأمر الأساسي يتمثل في حقيقة أن "السلوك الذكي" يتضح في العديد من النواحي المختلفة. ذلك، حيث يتضح هذا السلوك في التواصل بين النحل وفي حركة الأسعار بالبورصة وفي استخدام اللغة الرمزية في نصوص الأعمال الأدبية، وما إلى غير ذلك. وإذا أردنا أن نعي مفهوم الذكاء الاصطناعي جيداً، يجب أن نكون على استعداد لتعقبه

في كل هذه النواحي وغيرها. وهو بذلك يتجاهل الحدود التقليدية بين الفنون والعلوم، وبين الهندسة وعلم الأحياء، وبين الفرد والمجتمع.

دائمًا ما يعد الذكاء الاصطناعي مجالاً متشعبًا؛ حيث إنه يجمع في الوقت نفسه بين الفن والعلم، وبين الهندسة وعلم النفس. إذا كان هذا الزعم يبدو مبالغًا فيه على المستوى النظري، فيجب أن تكون على دارية بأن الذكاء الاصطناعي قد أثمر بالفعل عدداً من البرامج التي تحاكي المشكلات النفسية للمرضى بهدف حلها وكذلك تحاكي مراحل التطور والنمو التي تمر بها الكائنات الحية. علاوةً على ما سبق، فقد قدم برامج نجحت في اكتشاف نظريات رياضية جديدة وبرامج تأليف موسيقى الجاز. فضلاً عن ذلك، فقد تسبب الذكاء الاصطناعي في ظهور البرامج التي تكشف المعاملات المالية المزيفة وظهور الروبوت (الإنسان الآلي) الذي يمكنه دخول المعامل لتنظيفها من النفايات الضارة نظراً لما تمثله من خطر على الإنسان. كذلك، هناك برامج يمكنها رسم صور، وأخرى يمكنها القيام بالتشخيص الطبي، وبرامج يمكنها التدريس وأخرى يمكنها التعلم.

ما سبق ذكره لا يعد محاولة لإعطاء الانطباع بأن الذكاء الاصطناعي قد غزا بالفعل جميع مجالات المعرفة. فبعيداً عن ذلك، تعد هذه النجاحات غريبة ومقتصرة على المجال الذي توجد فيه، إلى جانب عدم إمكانية تحقيقها في المجالات الأخرى. وأفضل ما يقال إن هذه النجاحات تعرض بضع صور لما يمكن تحقيقه ذات يوم. والأهم من ذلك إنها تعد دليلاً على وجود رؤية واسعة وجلية تحث على دراسة الذكاء الاصطناعي.

مفاهيم خاطئة حول الذكاء الاصطناعي

إن الخطوة الأولى وربما تكون الأكثر أهمية في فهم الذكاء الاصطناعي هي التخلي عما لدينا من تصورات مسبقة. وبالفعل، ربما تكون لدى معظم القراء بعض الأفكار المبهمة عما يدور حوله الذكاء الاصطناعي. وتقريبًا سوف تكون معظم هذه الأفكار خاطئة بالكامل. وينبغي لك قدر الإمكان صرف مثل هذه الأفكار بعيداً عن ذهنك قبل المضي قدمًا في قراءة الكتاب.

على سبيل المثال، سوف يكون لديك فهم ما لمصطلح "ذكاء". قد يؤدي هذا الفهم إلى افتراض أن الذكاء الاصطناعي يتعلق بتضمين الذكاء الذي يتوفر لدى البشر في بعض أنواع الآلات. إلا أن هذا الافتراض، كما سنرى بصورة متكررة في الكتاب، قد يكون خاطئًا إلى حد كبير. دائمًا ما يُظهر العمل في مجال الذكاء الاصطناعي أننا لا ندرك طبيعة ذكائنا بطريقة علمية. والأمر الأكثر إثارة للدهشة يتمثل في الإشارة إلى أن مجموعة الأساليب التي يتبعها البشر في استخدام ذكائهم لحل المشكلات ليست بالقطع هي الأساليب الوحيدة المتاحة، كما أنها غالبًا ما لا تكون الأفضل.

هناك بعض الأسباب الجيدة (سوف نناقشها في الفصلين الثالث والرابع) وراء الاعتقاد بأن دراسة الذكاء البشري غالبًا ما لا تكون مفيدة عند دراسة الذكاء الاصطناعي. ولا يرجع ذلك إلى افتقارنا إلى الفهم العلمي لمعظم التفاصيل المتعلقة بالذكاء البشري فحسب، بل إن محاولة تضمين هذا الذكاء داخل الآلات سوف يعد أسلوبًا يفوق الأساليب الحديثة أيضًا. لذلك، يفحص الكثير من الباحثين في

مجال الذكاء الاصطناعي الكائنات الحية التي من المفترض أنها بسيطة، مثل الحشرات، ظنًا منهم أن الذكاء البشري يتسم بالتعقيد الشديد لدرجة أنه لن يفيدهم في عملهم على الإطلاق.

على الجانب الآخر، حقق باحثون آخرون في مجال الذكاء الاصطناعي نتائج مبهرة في إدراك جوانب مميزة من السلوك البشري من خلال الآلات. وهناك مثال يوضح ذلك وهو لعبة الشطرنج. بالقطع، عندما بدأ العمل في هذا المجال في خمسينيات القرن العشرين، كانت هذه اللعبة تعتبر مثالاً جيداً على السلوك البشري الذكي. ففي إحدى المباريات التي أقيمت عام ١٩٩٧، نجح جهاز الكمبيوتر الذي يحمل اسم Deep Blue في هزيمة بطل العالم في الشطرنج "جاري كاسباروف". والآن تستطيع أجهزة الكمبيوتر كنموذج للآلة الذكية لعب الشطرنج بصورة أكثر جودة عما كان مخططًا له.

من ناحية أخرى، عندما ننظر بالتفصيل (في الفصل الثاني) إلى طريقة لعب الكمبيوتر للشطرنج، سوف نرى أنها ربما تكون مختلفة تمامًا عن الطرق التي يتبعها البشر في لعب الشطرنج. قد يبدو من المستفز إلى حد ما أن نقول إن أجهزة الكمبيوتر تلعب الشطرنج أفضل من البشر، لكن في هذا المجال، نعني بكلمة "أفضل" تحقيق الفوز. إن هزيمة بطل العالم في الشطرنج أمر مثير يمكن لجهاز كمبيوتر تحقيقه. ففي هذا المثال على الأقل، يبدو أننا نستطيع التحدث بصورة مبررة عن إيجاد وسائل أفضل من تلك التي يستخدمها البشر في لعب الشطرنج.

هناك مجموعة أخرى من التصورات المسبقة حول الذكاء الاصطناعي يتسبب فيها الخيال العلمي. تعد الآلات الذكية والروبوت والسايبورج[١] وغير ذلك من الموضوعات المفضلة لجميع أشكال الخيال العلمي. ولسوء الحظ، فإن الانطباعات الناتجة عن الخيال العلمي مضللة إلى حد كبير. ولا بد من أن نتذكر أن الخيال العلمي هو بصورة أساسية مجرد خيال. غالبًا ما يلهم الخيال العلمي العلماء المختصين بمجال الذكاء الاصطناعي وغيره من المجالات، غير أنه قد يعطي صورة خاطئة لما يحدث بالفعل في الأبحاث الحالية. على وجه الخصوص، قد يؤدي الخيال العلمي بالقراء إلى افتراض وجود إنجازات تفوق ما تحقق بالفعل، وأن الذكاء الاصطناعي يتعلق بالبشر أكثر مما هو على النحو الفعلي. سوف يتصدى هذا الكتاب لمثل هذه الافتراضات.

تنشأ المجموعة الأخيرة من التصورات المسبقة نتيجة لما يقال عن الإمكانات الخيالية لأجهزة الكمبيوتر. وعلى نطاق واسع، يعتقد الكثيرون في صحة هذه الإمكانات بشدة، حتى من جانب بعض علماء الكمبيوتر أنفسهم لدرجة أن الأمر يستلزم بعض الشجاعة لتحدي هذه الإمكانات. عادةً ما يقال: "إن أجهزة الكمبيوتر تستطيع القيام بما تؤمر به فحسب". شأنها شأن المقولات الأخرى، فهي تنطوي على جانب من الحقيقة. فقد تحتاج جميع أجهزة الكمبيوتر إلى برنامج مفصل (غالبًا ما يضعه الإنسان) حتى تعمل في كل

(١) **السايبورج:** عبارة عن إنسان آلي يفوق في قدراته قدرات البشر من خلال تزويده بأجهزة كهربائية أو ميكانيكية لأداء المهام والوظائف المطلوبة منه.

الأحوال. على الرغم من ذلك، إذا تم تغيير المقولة السابقة بحيث تصبح "كل ما تفعله أجهزة الكمبيوتر دومًا هو اتباع التعليمات الواضحة"، فسوف تكون العبارة خاطئة تمامًا. في هذا الكتاب، سوف يتم تقديم برامج للقراء تجري تخمينات وتمارس ألعابًا وتتفوق على مصمميها في عدة نواحٍ.

لأسباب مماثلة، يُطلب من القراء التخلي عن الفكرة التي تقول إن أجهزة الكمبيوتر ما هي إلا آلات تقوم بعمليات منطقية بحتة. فلم يقصر باحثو الذكاء الاصطناعي دراساتهم وتجاربهم على الجوانب المنطقية للسلوك الذكي فقط. فعلى الرغم من أنه قد تحقق نجاح كبير في المجالات المنطقية الأكثر وضوحًا، فإن مجال الذكاء الاصطناعي تضمن أيضًا جعل أجهزة الكمبيوتر تقوم ببعض الأمور البديهية. لذا، يتمثل أحد الاكتشافات الناتجة عن أبحاث الذكاء الاصطناعي في أن جميع مجالات السلوك الذكي لا تقتصر فقط على استخدام المنطق والاستنتاج؛ حيث إنه لا بد من الاستعانة بطرق مختلفة في هذا الشأن. ومع ذلك، هناك نجاحات رائعة تحققت في جعل أجهزة الكمبيوتر تقوم بدور في تلك المجالات أيضًا.

أساليب الذكاء الاصطناعي وأدواته

لم يحدد باحثو الذكاء الاصطناعي مجالات عملهم على الإطلاق من حيث مجموعة معينة من أساليب الأبحاث. قد نقول إنه في مجال الذكاء الاصطناعي يوجد على الأقل الكثير من الأساليب مثلما يوجد الكثير من الباحثين. وهناك عدد من الأسباب وراء ذلك. أولاً، يجب أن يتسم مثل هذا الموضوع متعدد المجالات بالانتقاء في اختياره للأساليب.

ثانيًا ، دائمًا ما يكون من السهل على الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي السعي وراء أهداف متعددة. على سبيل المثال، إذا تناولنا المجال الذي يعرف بمعالجة اللغات الطبيعية كأحد فروع الذكاء الاصطناعي، فسوف نجد أنه يتضمن دراسة برامج الكمبيوتر ومحاولة إنشائها ، والتي قد يمكن من خلالها التواصل باللغة العربية أو أية لغة أخرى. سوف يكون من ضمن الأهداف المصاحبة لهذا الأمر (على الأقل) تيسير استخدام أجهزة الكمبيوتر وفهم القواعد المعقدة التي تتحكم في بنية اللغات الطبيعية، فضلاً عن اكتشاف كيفية تعلم البشر لهذه القواعد وكيفية تطبيقها. قد يؤكد مختلف الباحثين على كل من هذه الأهداف ولكن بصورة مختلفة.

إن ما ينطبق على مجال معالجة اللغات الطبيعية ينطبق كذلك على الذكاء الاصطناعي ككل. فهو من ضمن الدراسات التي دائمًا ما تكون ذات أهداف متعددة. وإذا ما جاز لنا التعبير باستخدام إحدى الصور المجازية العسكرية، يمكننا القول إن الذكاء الاصطناعي قد اختار "الهجوم" على ساحة المشكلة من أوسع "جبهاتها". فبدلاً من "الهجوم المكثف" الذي قد يؤدي إلى معرفة جوهر المشكلة، توجد بضع "مناوشات" لا حصر لها تمتد عبر معظم نواحي المعرفة البشرية. بعض هذه "المناوشات" تمر دون أضرار والبعض الآخر ليس كذلك، ولكن ذلك يكون على مدار عدة أعوام قلائل يمكنها تغيير الأمر. ربما من الواضح أن هؤلاء الباحثين الذين تنتهي محاولاتهم - أو "مناوشاتهم" - بنتائج مثمرة يميلون إلى ادعاء أن هذه النتائج هي الطفرة التي طال انتظارهم لها. ولكن

عندما تنتهي المشكلة، يتضح مجدداً أن كل ما فعلوه هو مجرد التقدم بخطوات بسيطة إلى الأمام. في الوقت نفسه، قد يقدم باحثون آخرون أسباباً وجيهة حول السبب وراء إرجاء مشاركتهم إلى حين يمكنهم تحقيق إنجاز كبير. وعلى الرغم من ذلك، فعلى مدار تاريخ الذكاء الاصطناعي بأكمله، لم تسفر مثل هذه الإنجازات الكبيرة عن شيء سوى التقدم قليلاً إلى الأمام. حتى الآن، هناك تقدم مستمر في الذكاء الاصطناعي، لكن دون وجود أية طفرات.

إن الأداة الأساسية المستخدمة في أبحاث الذكاء الاصطناعي تتمثل في أجهزة الكمبيوتر الرقمية. إن هذا لا يعني بالقطع أن الذكاء الاصطناعي يعتمد اعتماداً كليًا على استخدام أجهزة الكمبيوتر الرقمية فقط. ففي المقام الأول، ما الكمبيوتر إلا أداة. ويتم استخدامه نظراً لأنه يمكن الباحثين من إنشاء "أنماط سلوك" بصورة سريعة ودراستها. يرى بعض الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي أنه من الضروري تصميم روبوت حقيقي يتفاعل مع العالم الفعلي. وفي جزء لاحق من هذا الكتاب، سوف نتناول بالتفصيل الأسباب وراء اعتقادهم في ذلك. ويكفي الآن أن نقول إن معظم أبحاث الذكاء الاصطناعي تستخدم على نطاق واسع برامج الكمبيوتر التي تشكل جوانب العالم الفعلي.

يوجد عدد من المشكلات الصعبة التي أثيرت جراء اتباع هذا الأسلوب في البحث. ومن البديهي، أن يشعر كثير من القراء بوجود اختلافات شاسعة بين "التفكير المحاكى" و"التفكير الحقيقي"، وسوف

نتناول هذا الموضوع بمزيد من التفصيل لاحقًا في هذا الكتاب. وجدير بالذكر الآن أن نشير إلى أن استخدام الكمبيوتر في العديد من المجالات الأخرى يعد أمراً فعالاً للغاية. فعلى سبيل المثال، قد نتوقع أن يستفيد المهندسون المدنيون استفادةً كبرى من استخدام برامج المحاكاة الخاصة بالكمبيوتر في معرفة مدى قدرة أحد الكباري على تحمل الرياح والأعاصير. وإنه لمن السذاجة محاولة بناء كوبري حقيقي ثم انتظار الظروف المناخية السيئة (التي لا تحدث دائمًا) حتى نتيقن من ذلك الأمر. ولكن استخدام أجهزة الكمبيوتر الرقمية من شأنها الإجابة عن أسئلة المهندسين في غضون ساعات قلائل. ذلك، حيث تتوفر لدى أجهزة الكمبيوتر القدرة على العمل من خلال إمكانات كثيرة وفي فترة زمنية قصيرة، مما يجعله أداة نافعة في دراسة الذكاء الاصطناعي.

ففي المقام الأول، سوف تمكننا أجهزة الكمبيوتر الحديثة من تصميم نماذج عملية تفصيلية للأشياء الأكثر تعقيداً من الكباري. ومثلما يمكننا الآن حفظ الصور والموسيقى في تنسيقات رقمية، فإننا نستطيع العمل من خلال المعالجة الرقمية لأي شيء يمكننا وصفه بدقة كافية. ربما تكون الحاجة إلى الوصف التفصيلي الدقيق هي السبيل الوحيد لفهم أساليب البحث الخاصة بالذكاء الاصطناعي. يتمثل الدور الثاني المهم الذي تلعبه أجهزة الكمبيوتر (أو الروبوت) في الذكاء الاصطناعي في حث الباحثين على طرح أسئلة معينة حول الذكاء الفطري. ولا يُستخدم الكمبيوتر في المحاكاة مثلما هي الحال في مثال الكباري فحسب، وإنما يُستخدم أيضًا للحث على إثارة

أسئلة وموضوعات علمية معينة. إن طرح سؤال حول كيفية جعل الكمبيوتر يقوم بذلك يفرض دقة علمية جديدة على الطريقة المتبعة في دراسة الأشياء المألوفة.

غالبًا ما يتم التشبيه بين الذكاء الاصطناعي و"الطيران الاصطناعي". قد يكون استخدام هذا التشبيه أمراً مفيداً في هذا الجزء. ففي بداية القرن العشرين، كان هناك فهم محدود للغاية حول الطريقة التي من خلالها يمكن للطيور والحشرات الطيران. فقد كان من الواضح أنها تطير بالفعل، ومال البحث العلمي إلى الانتهاء عند هذه النتيجة فحسب. وفي الواقع، عندما بدأ الأخوان "رايت" التفكير في الطيران (في عام ١٩٠٣)، ذكرت معظم الكتب الخاصة بعلم الأحياء أن الطيور تستطيع الطيران لأنها "لديها القدرة على الطيران". ويرجع هذا التعليل إلى "أرسطو"، والذي جاء ذكره في المؤلفات التي صدرت في أثينا في القرن الرابع قبل الميلاد. ومع ذلك، لم يفد هذا التعليل هؤلاء الذين يرغبون في فهم كيفية تصميم الطائرات. ونتيجة لمزيد من الفهم التفصيلي لعملية الطيران والنابع من تصميم الطائرات بنجاح، نستطيع الآن معرفة أن الطيور تطير تبعًا لقوانين الديناميكا الهوائية. غالبًا ما كان السعي وراء وجود تشابه ما بين علم الديناميكا الهوائية والذكاء الاصطناعي هو الهدف الرئيسي للذكاء الاصطناعي.

ومثلما كان الفهم العلمي لعملية طيران الطيور مستمداً من فكرة تصميم الطائرات، فإننا نأمل أن يستمد الفهم العلمي للذكاء من محاولة تصميم آلات ذكية.

بالطبع، تتضمن أبحاث الذكاء الاصطناعي أكثر من مجرد كتابة برامج كمبيوتر. إذا ما كنت ترغب في تصميم شيء يحاكي ذكاء حيوان معين مثلاً، حينئذ يتوجب عليك دراسة ذلك الحيوان بمزيد من التفصيل. يستعين الكثير من أبحاث الذكاء الاصطناعي ببعض الجوانب الخاصة بعلم الأحياء أو علم النفس أو حتى الفلسفة، وتتداخل هذه الجوانب كثيراً فيما بينها. وعند تجاهل هذا التداخل القائم بين المجالات المعرفية، سنتمكن من إدراك أن استخدام الكمبيوتر كأداة يجعل هذه الجوانب العلمية أكثر دقة.

ثمة مثال بسيط يوضح هذا الأمر. فكر فيما تقوم به الآن، وهو القراءة. من الواضح أنك لديك القدرة على القراءة؛ حيث إنك لديك كلمات مطبوعة واضحة يمكنك اتباعها وعينان تستطيع القراءة بهما (أو أطراف الأصابع إذا كنت تقرأ بطريقة بريل)، هذا فضلاً عن القدرة على الاستنتاج. وعلى الرغم من ذلك، فإن هذه الحقائق قد لا تفيد كثيراً عند تصميم آلة للقراءة. فإذا ما أردنا تصميم آلة للقراءة، فإننا بحاجة إلى طرح بعض الأسئلة التفصيلية.

على سبيل المثال، هل تنظر إلى كل حرف على حدة وتقارنه بمجموعة من الحروف لتحديد ماهية هذا الحرف قبل الشروع في الانتقال إلى غيره؟ وعند الوصول إلى مساحة خالية وجمع الحروف في كلمة، هل حينئذٍ تبحث عن معنى الكلمة باستخدام القاموس؟ ولكن بعد كل هذا البحث والتفسير، لا شك أنك سوف تظل في حاجة إلى جمع الكلمات في جمل واستخراج معنى ما لها. إن القيام بكل هذه المهام خلال فترة مناسبة من الوقت (أي يوم بدلاً من أسبوع) يعد أمراً يفوق أكثر أجهزة الكمبيوتر قوة وفاعلية.

من ناحية أخرى، قد تستعين بالمعلومات المتوفرة لديك لتقديم "توقعات" بصدد المعنى المقصود. فعلى سبيل المثال، إن الإلمام بالقواعد النحوية للغة العربية تفيد أن الجملة العربية الصحيحة إما أن تكون جملة اسمية وإما أن تكون جملة فعلية. ففي الجملة الفعلية، يعد الفعل عاملاً رئيسيًا في فهم الجملة. وحتى إذا لم تقم بدراسة القواعد الأساسية للنحو العربي، فأنت استخدمتها بالفعل - ولا تزال تستخدمها - في عملية القراءة. ولسوء الحظ، فإن القواعد النحوية وحدها لا تفيدك في فهم معنى الجملة. ويبدو أن معرفة العالم من حولك تمثل عنصراً مهمًا في استخراج معنى من الجملة. فهذه المعرفة يمكنها أن تخبرك مقدمًا عن أنواع الكلمات والجمل التي قد ترد بعد ذلك. إن استخدام تلك المعرفة لتقليل التعليمات الموجهة للآلة المضمنة في عملية القراءة سوف يحل مشكلة عاجلة واحدة، ولكن بتكلفة عالية. وبذلك، فإننا في حاجة إلى تطويع معرفتنا بالعالم المحيط بنا وكيفية استخدامها بسرعة للتمكن من القراءة. ولكن، لن يكون من السهل الاستعانة بآلة لتحقيق ذلك الأمر.

حري بك ألا تراقب نفسك وتعي ما تفعل في أثناء القراءة لدرجة تعوقك عن المواصلة فيها. ولكن ما يهم هنا في هذا الصدد هو أنك لست بحاجة إلى طرح مثل هذه الأسئلة السالف ذكرها لتتمكن من القراءة، ولكنك ستحتاج إلى إجابات عن معظم هذه الأسئلة لتصميم آلة للقراءة أو تقديم تفسير علمي حول مجرد كيفية إتمام عملية القراءة. ويساعدنا الذكاء الاصطناعي على الأقل في

التفكير في كيفية بدء مهمة تصميم آلة للقيام بأمر ما، حتى وإن لم تكن تلك الآلة متوقع تصميمها بالفعل في المستقبل القريب. وبدوره، يفرض هذا الأمر دقة فكرية وعلمية على الطريقة المتبعة في دراسة الأمثلة الخاصة بالسلوك الذكي. حتى وإن كانت الآلة التي نفكر في تصميمها ما هي إلا مجرد فكرة نظرية لم نستطع تطبيقها بعد، فيجب أن تتجاوز هذه الفكرة التفسيرات الظاهرية حول كيفية قيامنا بأداء الأمور. ومثلما انتهى المثال السابق الخاص بالطائرات بالتوصل إلى حقيقة توفر القدرة على الطيران لدى الطيور، فإن النظر إلى أبسط الآلات الذكية يشير إلى أننا يجب علينا الالتفات إلى علم الأحياء وعلم النفس وعلم اللغويات بمزيد من الدقة والتفصيل.

الهدف الرئيسي للذكاء الاصطناعي

مثلما رأينا، يشتمل الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع من المشكلات والأساليب. ففي الواقع، إن هذا النطاق شديد الاتساع لدرجة أنه غالبًا ما يبدو لبعض باحثي الذكاء الاصطناعي أن غيرهم من الباحثين في هذا المجال لا يقومون بالعمل نفسه. بصورة عملية، عادةً ما لا يمثل ذلك مشكلة. دائمًا ما كان نطاق الذكاء الاصطناعي يسمح باستيعاب العديد من الأساليب الجديدة. من ناحية أخرى، بالنسبة للبعض ممن يعلقون على هذا الأمر، من المهم تقديم بعض الشرح حول الهدف الرئيسي لهذا الموضوع. على سبيل المثال، قد يقضي أفراد أحد فرق البحث وقتهم في صنع عجلات مسننة بالغة الدقة بهدف تصميم روبوت يمكنه صعود درجات السلم دون الوقوع

أو التعثر. وقد يقوم فريق آخر بتحليل النصوص الأدبية لتحديد القواعد المميزة لاستخدام اللغة المجازية. قد يتمثل هدفهم الرئيسي في تصميم برنامج كمبيوتر يمكنه إدراك الصور المجازية التي يدخلها الإنسان والتفاعل معها. إذاً، كيف يتسنى لنا بشكل واقعي أن نقول إن هذين الفريقين من الباحثين يؤديان العمل نفسه؟

ليس من اليسير تحديد الهدف الرئيسي الذي يمكنه ضم كل هذه الأساليب البحثية المختلفة، كما أن تحديد الهدف بصورة خاطئة سيكون له تبعات غير جيدة. على مدار تاريخ الذكاء الاصطناعي، كان هناك عدد من المحاولات للتوصل إلى وصف بسيط واحد للهدف الرئيسي للذكاء الاصطناعي. وبصفة عامة، لم تحقق هذه المحاولات الهدف المرجو منها. قد يفضل الكثيرون من الباحثين المعاصرين عدم مواجهة هذه المشكلة، فبدلاً من ذلك يركزون على أهدافهم الداخلية. ومع هذا، فإن القيام بذلك قد يجعلهم يفقدون ذلك النوع من التشعب الذي غالبًا ما أثبت فائدته في دراسة الذكاء الاصطناعي. على سبيل المثال، قد يحتاج العاملون في تصنيع التروس إلى معرفة كيفية اتصال مفاصل أرجل الحشرات، وكذلك معرفة ما تحتاجه الطيور حتى تتمكن من الحفاظ على التوازن بين أرجلها، وما إلى غير ذلك. على الجانب الآخر، قد يحتاج محللو النصوص الأدبية إلى معرفة أمور عن العمل في المنطق متعدد القيم، والذي قد يرتبط بالطرق التي تعمل بها اللغة المجازية. على الرغم من كل هذه الصعوبات، فما زال من الأحرى دراسة بعض الإجابات المقترحة عن السؤال التالي: "ما الهدف الرئيسي للذكاء الاصطناعي؟".

لقد رأينا بالفعل أحد الأساليب الممكنة، وقد تم ذكر مثال على ذلك متمثلاً في الديناميكا الهوائية التي تمت الإشارة إليها في الجزء السابق. يزعم هذا الأسلوب أن الهدف الرئيسي للذكاء الاصطناعي هو تقديم تفسير علمي كامل لذكاء البشر والحيوانات والآلات، مع توضيح المبادئ المشتركة المميزة في الأنواع الثلاثة جميعها. ويجب الاعتراف بأن المشكلة في هذا الأمر تتمثل في أننا نعرف القليل جداً من هذه المبادئ المشتركة في الوقت الحالي. وسيتم تناول هذا الموضوع بمزيد من التفصيل في الفصل الخامس.

إن العديد من الأساليب الأخرى التي تحدد الهدف الرئيسي للذكاء الاصطناعي تميل إلى التأكيد على تطور مستويات الذكاء "المشابهة للبشر" في الآلات. ويجب التعامل مع هذه الأساليب بحذر شديد للأسباب التي ذكرناها بالفعل. ومع ذلك، يتمتع أحد هذه الأساليب - والمعروف باسم اختبار "تورنج" - بتأثير شديد على تاريخ الذكاء الاصطناعي، لدرجة أننا يجب أن نخصص الجزء التالي لدراسته بالتفصيل.

اختبار "تورنج"

مما لا شك فيه أن معظم الإجابات المشهورة عن السؤال الخاص بتحديد ماهية الهدف الرئيسي للذكاء الاصطناعي تم تقديمها من خلال ما يسمى باختبار "تورنج". وسمي هذا الاختبار بهذا الاسم نسبةً إلى "آلان تورنج"، الذي لم يقصد مطلقًا أن يكون ذلك اختباراً. ففي الواقع، هناك العديد من التفسيرات الخاطئة حول "آلان تورنج"

والاختبار المنسوب إليه، ذلك الاختبار الذي يكون من الأدق أن نطلق عليه اسم المبدأ الأساسي للذكاء الاصطناعي. وإرضاءً لفضول القارئ، سيتم عرض القصة بأكملها بشيء من التفصيل.

مما لا شك فيه أن "آلان تورنج" كان عبقريًا. فعقب تخرجه بعد دراسة علم الرياضيات بفترة وجيزة في "كينجز كولدج" بجامعة كامبريدج، أجرى بحثًا نُشر في عام ١٩٣٦ أحدث ثورة في فهم طبيعة علم الرياضيات. وقد كان هذا الأمر كافيًا بالنسبة لعبقري متوسط المستوى، ولكن بالنسبة له كان مجرد بداية. ففي أثناء الحرب العالمية الثانية وتحديداً في سبتمبر عام ١٩٣٩، تم إخفاء "تورنج" وعدد من المفكرين والعلماء البارعين من جانب الجيش البريطاني في أحد المنازل التي صادرتها الدولة والذي أطلق عليه اسم "بلتشلي بارك". وهذا المنزل هو الآن جزء من ضاحية "ميلتون كينز" بجنوب إنجلترا.

هناك، كان هؤلاء العلماء يعملون على فك رموز الشفرة الخاصة بالجيش الألماني والمعروفة باسم Enigma. وقد حققوا نجاحًا باهراً في هذا الصدد. أما "تورنج"، فقد لعب دوراً رئيسيًا في فهم كيفية فك رموز تلك الشفرة. لقد كانت فكرة فك هذه الشفرة أمراً بعيد المنال حتى من قبل الألمان أنفسهم. حتى عند نهاية الحرب، عندما اتضح أن دول الحلفاء كانت لديها معرفة مسبقة بتحركات الجيش الألماني، كانت الإدارة العسكرية الألمانية العليا تبحث عن الخونة داخل صفوفها بدلاً من اللجوء إلى التفكير في احتمالية فك الشفرة.

وهكذا، ينبغي أن يتضح أن قدرة الجيش البريطاني على فك شفرات معظم الرسائل السرية الخاصة بالألمان كانت السبب الرئيسي وراء الفوز بالحرب. حتى أكثر المؤرخين تحفظًا قد أقروا أن هذا الإنجاز قد قلل من طول فترة الحرب بعام على الأقل. والأمر الأقل إيضاحًا في هذا المثال هو أن الأمر برمته ظل في منتهى السرية. ففي الواقع، لم تتضح حقيقة ما كان يجري في المنزل سالف الذكر سوى في الثمانينيات من القرن الماضي، كما أن بعض جوانب هذا الأمر لا تزال سرية حتى الآن. والأمر الأكثر أهمية بالنسبة للأغراض المعاصرة يتمثل في أن عملية فك الشفرة تضمنت استخدام آلات مثلت الأشكال الأولية لأجهزة الكمبيوتر الحديثة. وقد سميت هذه الشفرة باسم شفرة Enigma نسبةً إلى آلة Enigma التي قامت بوضع الشفرة وفكها. كما تم استخدام آلات عديدة أخرى من جانب القائمين على فك الشفرات في الجيش الإنجليزي. وكانت أهم هذه الآلات آلة تدعى Colossus. وتمتعت هذه الآلة بمعظم السمات المميزة لأجهزة الكمبيوتر الحديثة. ولكن بسبب الرغبة الشديدة في الحفاظ على السرية التامة، تم تدمير الآلات العشر جميعها التي استخدمها "تورنج" ورفاقه بنهاية الحرب.

أدى ذلك الأمر إلى وضع "تورنج" وزملائه في موقف عصيب. فلقد كانت لديهم حينئذٍ المعرفة الكافية لتصميم أجهزة كمبيوتر فعالة، لكنهم لم يمكنهم بالفعل الإفصاح عن كيفية معرفتهم بذلك. ولا يمكنهم حتى مجرد الإشارة مطلقًا إلى رؤيتهم لمثل هذه الآلات وكيفية عملها بصورة يومية عندما كانوا في "بلتشلي بارك". وفي نهاية الأمر، نجح فريق صغير من العلماء في تصميم آلة بجامعة مانشستر.

وقد كانت هذه الآلة بمثابة نواة لجميع أجهزة الكمبيوتر الحديثة. وفي عام ١٩٤٨، قام "آلان تورنج" بكتابة برامج لتشغيل هذه الآلة. فضلاً عن ذلك، قام بإعداد بحث يتناول موضوع الذكاء والآلات. وأدى هذا البحث إلى طرح أفكار عرفت فيما بعد باسم اختبار "تورنج".

تم نشر هذا البحث سالف الذكر في عام ١٩٥٠ بإحدى الصحف البريطانية. وجدير بالملاحظة أن ذلك البحث الذي أجراه "تورنج" - والذي يعد أحد علماء الرياضيات وأحد المشاركين في فك الشفرات وبرمجة أجهزة الكمبيوتر، تم نشره في صحيفة فلسفية. وهكذا، تتجلى الطبيعة المتشعبة للذكاء الاصطناعي منذ بداية ظهوره.

في هذا البحث موضوع النقاش، يفصح "تورنج" عن رغبته في مناقشة السؤال التالي: "هل بإمكان الآلة التفكير؟". ونظراً لأن السؤال شديد الغموض، فقد اقترح الإجابة عنه من خلال لعبة تسمى "لعبة التقليد أو المحاكاة". وتتضمن هذه اللعبة وجود ثلاثة أفراد كل منهم في غرفة منفصلة عن الآخر، ولا يمكنهم التواصل إلا من خلال كتابة رسائل لبعضهم البعض. في الصورة الأولية لهذه اللعبة، كان الأفراد الثلاثة عبارة عن رجل وامرأة ومحقق - لا يهم نوعه سواء أكان رجلاً أم امرأة. يمكن للمحقق، كما هو واضح من اسمه، طرح أي سؤال على المشاركين الآخرين. يتمثل هدف هذه اللعبة، بالنسبة لكل من الرجل والمرأة، في إقناع المحقق بأن المتحدث هو المرأة. وتجيب المرأة عن أسئلة المحقق بثقة، أما الرجل فيكتب رسائل تشكك في مصداقيتها لكي يقنع المحقق أنه هو المرأة. بعد ذلك، يطرح "تورنج" سؤالاً مهمًا، وهو "ماذا عسانا أن نقول إذا ما قامت الآلة بأداء دور الرجل في هذه اللعبة بنجاح؟!". إذا ما تمكنا من تصميم

آلات يمكنها القيام بذلك على نحو جيد، فستكون هذه الآلات عبارة عن آلات مفكرة.

في الحقيقة، يعتقد "تورنج" أن فكرة تصميم مثل هذه الآلات ممكنة، ولكن القضية تكمن في تحديد الوقت لتصميمها. ولقد تنبأ عن ثقة بأنه بحلول عام ٢٠٠٠ سوف تتمكن أجهزة الكمبيوتر الرقمية من تحقيق هذا المستوى من النجاح في لعبة التقليد المذكورة سلفًا. وسيؤدي ذلك إلى تغيير الاتجاهات العامة، بحيث يصبح من الطبيعي التحدث عن "الآلات المفكرة". والنقطة الجديرة بالملاحظة في هذا البحث تتمثل في أن "تورنج" استطاع بدقة التنبؤ بمستوى قدرة أجهزة الكمبيوتر، الذي سيكون متوفراً بحلول عام ٢٠٠٠. هذا على الرغم من أن المثال المعاصر الفعلي الوحيد حينئذٍ كان آلة مانشستر ذات المعدات العديدة والتي كانت قدرتها أقل بكثير من القدرة الموجودة الآن في إحدى الشرائح الإليكترونية بالغة الصغر. لقد كان "تورنج" محقًا بشأن تنبؤه حول تطور قدرة أجهزة الكمبيوتر، ومع ذلك لا يوجد حتى الآن جهاز كمبيوتر على درجة كافية من الجودة تمكنه من اجتياز لعبة التقليد بنجاح. وخلال الخمسينيات من القرن الماضي، اتجهت اهتمامات "تورنج" وأبحاثه نحو الأسس الرياضية لعلم الأحياء - وهو المجال الذي بدأ في جذب باحثي الذكاء الاصطناعي مرةً أخرى في التسعينيات.

اختبار "تورنج" والهدف الرئيسي للذكاء الاصطناعي

ثمة عدد من الأسباب وراء عدم اعتبار اختبار "تورنج" هدفًا من أهداف الذكاء الاصطناعي. أولاً، يركز الاختبار على الأداء البشري

وأنه غير ضروري بالنسبة للذكاء الاصطناعي. كما أن الذكاء الاصطناعي يهتم كذلك بدراسة الكائنات الأخرى التي لا يستطيع معظمها المشاركة في "لعبة التقليد" أو المحاكاة التي سبق ذكرها. ثانيًا، عند التصميم الفعلي للآلات، يعد من الأمور المشتتة للانتباه دائمًا الاضطرار إلى تقليد أداء البشر وأساليبهم.

يرفض بعض العاملين في مجال الذكاء الاصطناعي الفكرة المذكورة سلفًا. ففي الواقع، لا يزال عدد من البرامج المرشحة تخوض المسابقة الخاصة بلعبة التقليد كل عام. وتعرف هذه المسابقة باسم "جائزة لوبنر" نسبةً إلى "هيو لوبنر"، رجل الصناعة والمخترع الذي قدم جائزة قدرها ١٠٠٠٠٠ دولار لأول برنامج كمبيوتر يتمكن من اجتياز النسخة التي وضعها لاختبار "تورنج". على الرغم من عدم فوز أي برنامج حتى الآن بالجائزة الكبرى، فإنه توجد جوائز أصغر تقدر بنحو ٢٠٠٠ دولار لمعظم برامج الكمبيوتر المقلدة للبشر في المسابقة التي تقام سنويًا، مما يجذب عدداً من المحاولات الجيدة.

من خلال دراسة هذه البرامج بالتفصيل، يتضح أن هناك مشكلة أخرى تتعلق باعتبار اختبار تورنج هدفًا رئيسيًا للذكاء الاصطناعي. إن كل البرامج الفائزة بالجائزة البالغ قدرها ٢٠٠٠ دولار ما هي إلا برامج كمبيوتر بسيطة إلى حد ما مصممة لتعطي انطباعًا وهميًا بإجراء محادثة. توجد في هذه البرامج مجموعة من الردود تظهر على شاشة الكمبيوتر نتيجة للإدخالات العديدة التي يضعها المحقق. تم استخدام هذه التقنية لأول مرة في برنامج يسمى

برنامج إليزا(٢) في عام ١٩٩٦. وسمي البرنامج بهذا الاسم نسبةً إلى شخصية "إليزا دوليتل" الشهيرة في مسرحية "بيج ماليون" لـ "برنارد شو". ومع ذلك، لم يستخدم هذا البرنامج بصورة دقيقة على نحو كامل؛ نظراً لأن شخصية "إليزا دوليتل" كانت تتعلم كيفية التحدث بينما كان البرنامج يعطي انطباعًا وهميًا بالقدرة على التحدث فحسب. ولقد كان هناك بعض التعديلات التي طرأت على مثل هذه النوعية من البرامج منذ عام ١٩٦٦، غير أن هذه التعديلات لم تسهم بشكل فعلي في تحقيق أي تقدم في مجال الذكاء الاصطناعي. فعلى سبيل المثال، إذا قام البرنامج بطباعة نص يحمل رأيًا متعنتًا حول القضايا السياسية مثلاً، فإنه من الغالب أن يعتقد المحقق أن المتحدث إنسان وليس آلة. ويشير هذا الأمر إلى بعض جوانب علم النفس البشري الذي قد يكون محل اهتمام إلى حد ما، غير أنه لا يفيد بشيء حول كيفية تصميم آلات ذكية.

يوضح هذا الأمر مشكلة ثالثة خطيرة تتعلق باعتبار اختبار "تورنج" هدفًا رئيسيًا للذكاء الاصطناعي. ذلك، حيث إنه يدفع الباحثين إلى تقديم برامج تهدف بصورة أساسية إلى خداع البشر، ولا يقدم أي منهج أساسي للتعامل مع مشكلة الذكاء. في الفصل

(٢) **برنامج إليزا:** برنامج كمبيوتر كان من أوائل البرامج التي تستطيع إجراء حوار باللغة الطبيعية مع مستعمل الجهاز؛ حيث تتم قراءة العبارة الداخلة إليه ويضاهيها بمخزونه من أنماط الكلمات والتراكيب، ثم ينتج رداً عليها ويطبعه على شاشة الكمبيوتر.

التالي، سيتم استعراض بعض البرامج التي دعت إلى اجتياز اختبار "تورنج". وسريعًا ما سيتضح أن هذه البرامج تتعلق بالخداع أكثر من تعلقها بموضوع الذكاء.

سوف يوافق الكثيرون من الباحثين العاملين في مجال الذكاء الاصطناعي على النقد الموجه لاختبار "تورنج"، غير أنهم سيقولون إنه لا يزال ذا صلة بالذكاء الاصطناعي؛ حيث إن الآلة الذكية بالفعل سوف تكون قادرة على اجتياز هذا الاختبار - غالبًا كنتيجة ثانوية لكونها آلة ذكية. وقد يكون هذا الأمر صحيحًا وقد لا يكون كذلك، ولكن من غير المحتمل أن نرى مثل هذه الآلات في المستقبل القريب. تذكر أن المحقق قد يطرح بالقطع أي سؤال، مما يجعل اختبار "تورنج" اختباراً صعبًا للغاية.

بصورة واقعية، يعد البدء في مشروع تصميم آلة يمكنها اجتياز اختبار "تورنج" أمراً بالغ الصعوبة ومكلفًا للغاية وعديم القيمة أيضًا. ومن غير المحتمل أن تنجح المحاكاة المباشرة للأداء الذكي للبشر في إثبات فاعليتها عند وجود قدر كبير من الذكاء البشري.

الفصل الثاني
التطبيقات العملية للذكاء الاصطناعي

نجاحات باهرة

عندما تشاهد مكوك الفضاء ينطلق من قاعدته الفضائية متجهًا نحو قوة جاذبة أخرى في الفلك، قد تشعر بالدهشة البالغة إزاء الطاقة الهائلة التي تلزم انطلاق المكوك من كوكب الأرض، وكذلك المهارة الهندسية اللازمة لتقنين تلك الطاقة. وبالمثل، قد تشعر بالدهشة، ولكن بشكل أقل وضوحًا، عندما تعلم أن هذا المكوك ينطلق في الفضاء بالاعتماد على أحد برامج الذكاء الاصطناعي. يعمل هذا البرنامج لتحديد المواعيد الخاصة بالعمليات التي يتضمنها الإعداد لإطلاق المركبة الفضائية.

ثمة عدد يتراوح ما بين خمسة إلى عشرة آلاف عملية هندسية مختلفة يشتمل عليها تغيير اتجاه المكوك الفضائي عقب هبوطه على سطح الأرض وإعداده مرة أخرى للعودة إلى الفضاء. وتتسم تلك العمليات بالاعتماد المتبادل فيما بينها على نحو بالغ التعقيد. ففي بعض الأحيان، يتطلب اكتمال هذه العمليات سلسلة متتالية من العمليات الأخرى. وفي أحيان أخرى، قد يحول بدء سلسلة متتالية من العمليات، كإعادة شحن نظام الوقود على سبيل المثال، دون إمكانية القيام بأي عمل آخر على النظام ذاته. وحتى تتمكن المركبة الفضائية من تغيير اتجاهها بأقصى سرعة ممكنة، لا بد من استكمال ذلك النموذج المعقد من العمليات بصورة سلسة. وجدير بالذكر أن

حدوث أي أخطاء أو تكرار إحدى العمليات أو القيام بأي عمل غير ضروري قد يتسبب في تأجيل إطلاق مركبة الفضاء لأشهر عديدة.

علاوةً على ذلك، فإنه لا يمكن الإعداد لتلك العمليات الهندسية مرة واحدة وتطبيقها بعد ذلك بصورة نمطية في كل مرة. فكل مهمة من المهام ذات الصلة بإطلاق المركبة الفضائية تتطلب تسلسلاً مختلفًا إلى حد ما من العمليات. فهناك اختلاف بين العمليات المتعلقة بوزن الملاحين والآلات في المقذوف الصاروخي وبين مسار المقذوف والوقت الذي سيستغرقه في المدار وما إلى ذلك. تتضمن كل مهمة من المهام السابقة مجموعة من الأنماط المختلفة التي لا يتم اكتشافها جيداً إلا عند تفكيك الأنظمة كجزء من عملية تغيير اتجاه المركبة الفضائية. ولا بد من تغيير ترتيب العمليات في العديد من المرات عند مواجهة المشكلات. أحيانًا يعرف هذا الأمر بـ "مشكلة تحقق القيد"، وهي إحدى المشكلات التي نواجهها عندما يترتب على تغيير شيء ما تغيير العديد من الأشياء الأخرى في شبكة متصلة ومعقدة. ويظهر ذلك النوع من المشكلات على سبيل المثال عند إعداد الجدول الخاص بالحصص المدرسية. والفرق بين المثالين هنا أنه في حالة المكوك الفضائي، تتسبب المشكلة الواحدة في تكلفة ملايين الدولارات. ونظراً لأن عمليات الإطلاق لا يمكن أن تتم سوى في أوقات معينة، فمن الضروري وضع أسرع جدول زمني ممكن.

نظراً لهذه الأسباب، اختارت وكالة "ناسا" تصميم نظام للذكاء الاصطناعي يقوم بحساب أفضل تسلسل يمكن في إطاره إعداد المكوك للانطلاق. ويمكن اعتبار ذلك النظام أحد التطبيقات العملية

للذكاء الاصطناعي. يعرف هذا المجال من الذكاء الاصطناعي بـ "الجدولة"، كما يطلق على الاستدلال المستخدم في هذا البرنامج مسمى "الاستدلال المبني على التقييد". ويتمثل ذلك في إيجاد حل لمجموعة من المشكلات شديدة الترابط ببعضها البعض. ويعد ذلك أحد المجالات التي حقق الذكاء الاصطناعي فيها نجاحات باهرة. يجسد هذا البرنامج الخصائص الأساسية لبرامج الذكاء الاصطناعي الناجحة. لم يكن تصميم مثل هذا البرنامج بالأمر البسيط أو السهل - حيث إنه قد كلف وكالة "ناسا" ما يقرب من مليوني دولار، كما استغرق تصميمه ثلاث سنوات. وعلى الرغم من ذلك، فقد نجح هذا البرنامج في تعويض تلك التكلفة بأضعاف مضاعفة. فقد قدرت الوكالة أن هذا البرنامج يوفر ما بين نصف مليون ومليون دولار في الرحلة الواحدة، وذلك من خلال تقليل أوقات العمل الإضافي. من الناحية النظرية، يمكن تنفيذ المهام التي يقوم بها البرنامج يدويًا. وعلى الرغم من هذا، فطبقًا لما ذكرته وكالة "ناسا"، سوف تستغرق الطرق اليدوية عشرة أضعاف الوقت الذي يستخدمه البرنامج على الأقل، كما أنها ستكون أكثر عرضة للخطأ. فلولا توفر نظام الذكاء الاصطناعي، لما نجحت وكالة "ناسا" في إطلاق العديد من مركبات الفضاء سنويًا.

بقدر اهتمام وكالة "ناسا" بالأمر، يعد هذا البرنامج نجاحًا مذهلاً، كما أنه يعد واحداً من ضمن العديد من البرامج الخاصة بالذكاء الاصطناعي. دائمًا ما تتعهد وكالة "ناسا" بالقيام بعمليتي البحث والتطبيق. إن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الفضاء تتنوع ما بين

استخدام الروبوت الذي يعمل بطريقة ذاتية والنظم التي تعطي توجيهات لرواد الفضاء. لا بد من التأكيد على أن هذه النظم ليست تجريبية أو خيالية، بل إنها تعد أمثلة للتكنولوجيا التي يمكن الاعتماد عليها على نحو كافٍ بحيث يمكن استخدامها مع مركبات الفضاء. وجدير بالذكر أن أول برنامج للذكاء الاصطناعي تم استخدامه في الفضاء كان يسمى DEVISER، وهو برنامج جدولة صُمم للتحكم في تشغيل مركبة الفضاء Voyager 1 التي تم إطلاقها عام ١٩٧٧. ويعد ذلك الآن أبعد شيء صنعه الإنسان في هذا الكون، ولذا كان جديراً بأن يتضمن برنامجًا للذكاء الاصطناعي. تشتمل مشروعات البحث الحالية على تصميم مركبات فضائية تعمل بصورة ذاتية تمكنها من استكشاف الفضاء البعيد نيابة عنا.

لم يحقق الذكاء الاصطناعي نجاحًا في عالم التكنولوجيا المتقدمة المتمثلة في رحلات الفضاء فحسب، بل إن نظم الذكاء الاصطناعي لها دور مهم في الأعمال التجارية والتعاملات المالية. ومثلما هي الحال في إعداد مكوك الفضاء، تميل تلك النظم إلى العمل بشكل سري، لكن العمل الذي تقوم به يعد جزءاً أساسيًا من الأساليب التي نتبعها حاليًا في إدارة الأعمال التجارية. علاوةً على ذلك، فقد صار الذكاء الاصطناعي عنصراً جوهريًا في ألعاب الكمبيوتر - وقد صار هذا المجال أكثر انتشاراً من صناعة السينما. فضلاً عن ذلك، فقد حقق الذكاء الاصطناعي نجاحًا في ممارسة بعض تلك الألعاب بالفعل. ففي عام ١٩٧٧، نجح أحد برامج الذكاء الاصطناعي في هزيمة بطل العالم في مباراة للشطرنج. لذلك، فكل

الأمثلة سالفة الذكر تعد من النجاحات المذهلة التي حققها الذكاء الاصطناعي، ومن الصعب التفكير في أية تكنولوجيا حديثة نجحت في أن تحقق هذا القدر من النجاحات. سوف يتناول هذا الفصل عدداً من هذه النجاحات بمزيد من التفصيل.

البحث عن حلول للمشكلات

يفوق مفهوم البحث غيره من المفاهيم الأساسية في فهم كيفية تطبيق الذكاء الاصطناعي. في الذكاء الاصطناعي، يصف مفهوم "البحث" ذلك الأسلوب المتبع في إيجاد حل للمشكلات. يتضمن هذا الأمر مجموعة عامة من التقنيات المستخدمة في كل مجالات الذكاء الاصطناعي تقريبًا. يرجع السبب وراء أهمية هذه التقنيات بالنسبة للذكاء الاصطناعي إلى طبيعة علم الحساب. على المستوى الرئيسي، يعد الكمبيوتر آلة تنفذ كل ما يطلب منها دون تفكير. من الناحية التقنية، يمكن القول إن الكمبيوتر يقوم بتنفيذ خوارزمية محددة – أي نموذج من الخطوات البسيطة المنظمة. قد يكون باستطاعتك معرفة كيفية تحليل العمليات الحسابية الرياضية إلى خطوات بسيطة يمكن تنفيذها من خلال أجهزة الكمبيوتر. في الواقع، يمكن التعبير عن جميع العمليات الحسابية الرياضية تقريبًا على أنها خوارزميات. (سوف نناقش لاحقًا السبب وراء عدم اعتبار جميع العمليات الحسابية الرياضية خوارزميات). غالبًا ما يبدأ البحث الخاص بالذكاء الاصطناعي بملء الأجزاء المفقودة بين إحدى المشكلات الخاصة بالعالم الواقعي – وهو نوع المشكلات الذي ستضطر إلى التعامل معه – وبين إحدى الخوارزميات أو مجموعة الخطوات

البسيطة التي يمكن للكمبيوتر أن يقوم بها. من أهم وأكثر الأساليب انتشاراً في ملء هذه الخطوات المفقودة تحويل المشكلة الخاصة بالعالم الواقعي إلى مشكلة تتعلق بالبحث.

تتمثل الطريقة التي يمكن من خلالها تحويل أية مشكلة عامة إلى مشكلة تتعلق بالبحث في تقسيم تلك المشكلة إلى ثلاثة عناصر. تشمل هذه العناصر الثلاثة كلاً من موضع البداية ومجموعة الانتقالات من موضع إلى آخر وموضع الهدف أو الحل. وقد تبين أن نسبة كبيرة من مشكلات العالم الواقعي يمكن وصفها أو إعادة وصفها في ضوء هذه العناصر الثلاثة. بمجرد أن نتوصل إلى وصف المشكلة في ضوء هذه العناصر الثلاثة، تتحول مهمة حل المشكلة إلى مشكلة خوارزمية. ومعنى ذلك أنه توجد مجموعة بسيطة نسبيًا من العمليات التي يمكن القيام بها بواسطة الكمبيوتر. وبصورة أساسية، سوف يستمر البرنامج في الانتقال من خطوة إلى أخرى حتى يصل إلى الناتج.

تعد الفكرة المضمنة في البحث الخاص بالذكاء الاصطناعي شديدة البساطة، شأنها في ذلك شأن كل الأفكار الجيدة. وعلى الرغم من هذا، فإن بساطة هذه الفكرة تخفي وراءها تأثيراً هائلاً، لذا فالأمر يستحق دراسة تلك العملية بمزيد من التفصيل.

قد تساعد الإشارة إلى أحد الأمثلة في توضيح هذا الأمر. دعنا نفترض أنك شعرت بالغضب نتيجة تحيزي البالغ للذكاء الاصطناعي فقررت أن تكتب لي خطابًا بهذا الشأن. أمامك أربعة أقلام على المكتب، وترغب في اختيار القلم الذي يمكن استخدامه في الكتابة.

كل ما ستفعله هو أنك ستأخذ أحد الأقلام وتجربه ثم تتخلص منه إذا لم يكن يكتب. ستكرر المحاولة نفسها مع القلم الثاني وهكذا حتى تجد القلم المناسب.

في اللغة الاصطلاحية للبحث الخاص بالذكاء الاصطناعي، فإن موضع البداية كان القلم الأول الذي لا يعمل، والانتقالات تمثلت في قيامك بتجربة الأقلام واحداً تلو الآخر، أما موضع الهدف، فقد كان العثور على القلم المناسب الذي يمكنك الكتابة به. إن استراتيجية البحث التي اتبعتها من خلال تجربة كل قلم بصورة منفصلة تتضمن بعض الخصائص المفيدة. على وجه الخصوص، لعلك لاحظت الحاجة إلى التخلص من الأقلام التي لا تعمل حتى تتجنب تجربتها في الكتابة مرة أخرى. من الضروري ألا تهدر الجهد عند القيام بعملية البحث؛ ويرجع ذلك إلى أن حجم المشكلة يتعلق بالبحث عن حل لها. في تلك الحالة، كانت هناك أربعة أقلام فقط، ولن يستغرق الأمر وقتًا طويلاً لكي تجربها جميعًا وهو ما يطلق عليه "البحث الإجهادي" في الاصطلاح الخاص بالذكاء الاصطناعي. وعلى الرغم من ذلك، فإنه إذا كنت قد ذكرت في المثال السابق أن لديك أربعمائة قلم، بدلاً من أربعة فحسب، وكان واحد فقط هو الذي يعمل، فمن المحتمل ألا ترغب في إرهاق نفسك باتباع استراتيجية البحث الإجهادي. حينئذٍ، سيكون الحجم الكلي للمشكلة - وهو ما يعرف في لغة الذكاء الاصطناعي بـ "حيز البحث" - كبيراً بحيث لا يفيد استخدام وسائل البحث الإجهادي.

تنطبق العملية نفسها على أجهزة الكمبيوتر. ويستطيع الكمبيوتر اجتياز خطوات الخوارزمية بصورة سريعة، لكن لا تزال هناك بعض القيود الواضحة. فقد ظهرت إحدى المشكلات المتعلقة باستخدام مثل هذه التقنيات والتي تتمثل في التزايد اللانهائي للقيم (Combinatorial explosion). يبدو المصطلح أكبر بكثير مما هو عليه في واقع الأمر، شأنه في ذلك شأن معظم المصطلحات الخاصة بالذكاء الاصطناعي. والفكرة وراء استخدام هذا المصطلح هي ببساطة أنه في الكثير من المشكلات لا يزداد عدد الاحتمالات بطريقة سلسة أو خطية، ولكن بمعدل أسرع كثيراً.

تتمثل أفضل طريقة لتوضيح هذا الأمر في إحدى القصص الشعبية الهندية القديمة. تروي هذه القصة أن ملكًا قد عرض على أحد وزرائه مكافأة رائعة لابتكاره لعبة الشطرنج. لقد أراد الملك أن يعطي الوزير قطعة من الذهب على كل مربع من المربعات الموجودة في رقعة الشطرنج والبالغ عددها ٦٤ مربعًا. غير أن الوزير رفض هذه الجائزة بلطف، وطلب بدلاً منها أن يحصل على حبة قمح واحدة في المربع الأول وحبتين في المربع الثاني وأربع حبات في المربع الثالث، وظل هكذا يضاعف عدد حبات القمح في كل مرة. لقد اندهش الملك لبساطة هذا الطلب، لكنه اقتنع بتلبيته بناءً على رغبة الوزير.

لقد قام الوزير بعمل حيلة رياضية بسيطة على الملك. ففي الواقع، من خلال إجراء عملية حسابية بسيطة، يتضح أن الملك لن يستطيع تلبية طلب الوزير على الإطلاق. لقد طلب الوزير ببساطة الحصول على عدد $٢^{٦٤}-١$ من حبات القمح، بحيث يكون الناتج

٦١٥ , ٥٥١ , ٧٠٩ , ٠٧٣ , ٤٤٧ , ٤٤٦ , ١٨ حبة من القمح. وهذا يعادل نتاج القمح العالمي لمدة أربعة قرون طبقًا للنسب المعاصرة. بالطبع، يستحيل تلبية ذلك المطلب حتى بالنسبة لأعظم الملوك، مما دفع الملك إلى الاستسلام. إن هذه القصة مجرد أسطورة - لكن المغزى منها واضح تمامًا، ألا وهو عدم التقليل من الناتج الذي يمكن أن تصل إليه المتوالية الهندسية. إذا طلب الوزير قطعتين من الذهب لكل مربع، مما يعني بوضوح مضاعفة أجره، لكان الملك قد دفع إليه ١٢٨ قطعة من الذهب دون صعوبة. من خلال استخدامه ما يطلق عليه الرياضيون المتواليات الهندسية، جعل الوزير تحقيق مطلبه أمراً مستحيلاً - حتى بالنسبة لشيء بسيط مثل حبة قمح واحدة.

إن قدرة المتواليات الهندسية على الوصول إلى أعداد بالغة الكبر هي التي تؤدي إلى فشل استخدام التقنيات الحسابية البسيطة لحل الكثير من المشكلات من خلال البحث الإجهادي. ومثلما هي الحال مع مكافأة الوزير، فلقد تزايدت الأرقام بحيث وصلت إلى درجة المستحيل حتى بالنسبة لأكثر أجهزة الكمبيوتر قوة وفاعلية.

إلا أن هذا لا يعني أن الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي قد استسلموا. فقد أدى تقديم فكرة الأساليب التجريبية إلى اختلاف الذكاء الاصطناعي عن غيره من النظم الخاصة باستخدام الكمبيوتر. ويعتمد الأسلوب التجريبي على تخمين مبني على التجربة لحل المشكلة. في كثير من المشكلات، يبدو أن الأساليب الرياضية المتبعة في البحث عن حل مستحيلة، غير أن العالم الواقعي غالبًا ما يكون مختلفًا عن عالم الرياضيات البحتة. ويعتمد الأسلوب التجريبي

على رد العناصر الخاصة بالعالم الواقعي إلى مكانها الأصلي بالمشكلة. في عالم الرياضيات، نجد أن الأرقام متشابهة ولا يمكن تمييزها. ولكن في العالم الواقعي، غالبًا ما توجد نماذج ودلالات تساعدنا في عمليات البحث التي نقوم بها. في المثال المذكور سالفًا، عندما قمت بالبحث عن قلم يكتب، فإنك ببساطة قمت بتجربة أي قلم بشكل عشوائي. غالبًا ما يعتبر السير بشكل عشوائي داخل حيز البحث أسلوبًا يفتقر إلى الذكاء والمهارة في الذكاء الاصطناعي. يمكن للتعلم الذاتي أن يقدم إرشاداً نحو الأسلوب المناسب للبدء في حيز بحث واسع. وهناك طريقة أخرى لتوضيح هذا الأمر، ألا وهي أن الأسلوب الذكي (سواء أكان صادراً عن الكمبيوتر أو الإنسان) سوف يضع في الاعتبار أية إشارات أو دلالات موجودة في العالم الواقعي.

لمعرفة كيفية عمل ذلك، دعونا نعود مرة أخرى إلى المثال الخاص بوجود أربعمائة قلم. من غير المحتمل أن يقوم أحد بالاحتفاظ بعدد ٣٩٩ قلمًا لا يعمل. لذا، دعونا نجعل المثال أكثر واقعية من خلال القول إنني قد أخفيت ورقة نقدية فئة ٢٠ جنيهًا إسترلينيًا في أحد الأقلام البالغ عددها أربعمائة. وتكمن المشكلة التي نحن بصددها الآن في إيجاد هذه الورقة النقدية. ربما لا يبدو أسلوب البحث الإجهادي مجديًا في هذا الصدد، ولكن دعونا ننظر إلى الدلالات والإشارات التي يمكن أن نستشفها من العالم الواقعي. من الناحية الرياضية، يعتبر أربعمائة قلم مجرد رقم - أو ما يعرف في اللغة الاصطلاحية للذكاء الاصطناعي "حيز بحث عديم الشكل".

إنني لا أعرف بالفعل كيف يمكنك الحصول على أربعمائة قلم، ولكن هناك بعض منافذ البيع التي تبيع الأقلام في شكل صناديق يضم كل منها عشرين قلمًا. لذا، سوف أضطر إلى شراء عشرين صندوقًا. وحتى أخفي ورقة النقود، سوف أضطر إلى فتح أحد الصناديق وإخراج قلم ووضع ورقة النقود به ثم إعادة القلم في مكانه. ومن ثم، يمكنك البحث في حيز يضم عشرين صندوقًا عن الصندوق الذي تظهر به علامة الفتح من قبل. في هذا الصندوق، سوف تتعرض لحيز بحث يضم عشرين قلمًا تبحث من خلاله عن القلم الذي يبدو أنه تم إخراجه من الصندوق أو فتحه. ربما يساعدك هذا الأمر في الوصول إلى المال بصورة أسرع من القيام بعملية البحث الإجهادي.

إن كلمة "ربما" المذكورة في الجملة السابقة مهمة، حيث إن الأسلوب التجريبي ليس وسيلة مؤكدة للوصول إلى الهدف المنشود. لقد كان بإمكاني فتح جميع الصناديق حتى أجعلك تشعر بالحيرة فحسب، وفي هذه الحالة، ستأتي الطريقة المقترحة بنتائج أفضل بقليل مما لو اتبعت أسلوب البحث الإجهادي. من جانب آخر، إذا وضعت جميع الأقلام في شكل كومة، عندئذٍ سيصبح حيز البحث عديم الشكل تقريبًا. وعلى الرغم من ذلك، فإن احتمالية الخطأ الموجودة في الأسلوب التجريبي عادةً ما تؤدي إلى المساعدة في توجيه البحث المتعلق بالعالم الواقعي.

هناك كلمة أخيرة حول البحث: قد يبدو أن كل ما سبق لا يتعلق بالذكاء، سواء أكان اصطناعيًا أم بشريًا. إن الكثير من التقنيات التي تم تطويرها في مجال البحث الخاص بالذكاء الاصطناعي تعتبر

الآن جزءاً من تكنولوجيا الحاسبات والمعلومات بصورة عامة. فهي تمثل أولى النتائج الكثيرة وغير المتوقعة من جراء تطبيق الذكاء الاصطناعي. والأمر الذي يجب وضعه في الحسبان هو أنه على الذكاء الاصطناعي أن يكتشف الخطوات التي تكمن في المتابعة الآلية لأحد البرامج من خلال الكمبيوتر والأداء الذكي في العالم الواقعي. يبدو أنه قد يوجد الكثير من هذه الخطوات، غير أن البحث يعد بلا شك أحد هذه الخطوات الأساسية. لا بد أن نعي جيداً أن الذكاء الاصطناعي في هذا الصدد لا يعني استغلال قدرة الكمبيوتر كآلة للجمع. ونعني بالتزايد اللانهائي للقيم أن آلات الجمع لا يمكنها حل العديد من المسائل الحسابية، لهذا نحتاج أن نضيف إليها قدراً من الذكاء. إن إضافة الأساليب التجريبية تعطي الفرصة لعمليات البحث أن تعمل في ضوء بعض التخمينات حول طبيعة العالم الواقعي. تلك بداية قصة الذكاء الاصطناعي فقط، لكنها نقطة بداية جيدة.

حتى نرى مثالاً واضحًا حول دور البحث الموجه من قبل الأساليب التجريبية في تمكين أجهزة الكمبيوتر من القيام بمهام تتطلب التفكير بقدر من الذكاء، دعونا نعود إلى عام ١٩٩٧، حيث هزيمة بطل العالم في الشطرنج "جاري كاسباروف".

الكمبيوتر ولعبة الشطرنج

مع بداية ظهور الذكاء الاصطناعي، بدا للكثيرين أنهم إذا استطاعوا الحصول على جهاز كمبيوتر للعب الشطرنج بصورة ناجحة، فإنهم يكونون قد حققوا هدفًا مهمًا في البحث عن الذكاء الاصطناعي. في الوقت الحاضر، من الممكن شراء أجهزة كمبيوتر

للعب الشطرنج على نحو جيد بالفعل من جميع مراكز التسوق تقريبًا. ولقد دفع هذا الأمر البعض إلى الزعم بأنه لا بد وأن يكون من السهل الحصول على برامج للعب الشطرنج أو أن الشطرنج هو في الأساس لعبة تعتمد على الكمبيوتر. كلا الافتراضين خاطئ، فلقد فشلا في إنصاف ذكاء واجتهاد رواد الذكاء الاصطناعي الذين أحدثوا الطفرات الأولى في مجال ممارسة ألعاب الكمبيوتر.

في الواقع، يعتبر الشطرنج من الألعاب التي يصعب ممارستها باستخدام التقنيات الحسابية الآلية. ويرجع ذلك إلى عدة أسباب؛ أولاً، لقد اتضح أن لعبة الشطرنج تعد مثالاً جيداً لمشكلة التزايد اللانهائي للقيم التي تم شرحها في الجزء السابق. في منتصف لعبة الشطرنج العادية، يبلغ عامل التفرع ٣٦، بمعنى أنه تتوفر لديك الفرصة للقيام بنحو ٣٦ حركة. ونظراً لأن هذه الإمكانات تتفرع من الموضع الحالي، فعادةً ما يطلق عليها المختصون في الذكاء الاصطناعي "شجرة البحث" - رغم أنها شجرة مقلوبة رأسًا على عقب، كما أن فروعها تمتد وتتفرع كلما اتجهت لأسفل. يستطيع خصمك أن يرد عليك بنحو ٣٦ طريقة لكل حركة تقوم بها. ومن ثم، فإنه إذا أردت التفكير في الحركة التالية التي يتعين عليك القيام بها، فسيكون لديك نطاق يشمل ١٢٩٦ حركة للاختيار فيما بينها. إذا أردت التفكير في الحركة التي تلي الحركة السابقة، فسيرتفع عدد الحركات الممكنة حينئذٍ إلى ١,٦٧٩,٦١٦. وبهذه الطريقة، سوف يستمر عدد الحركات التي يمكن التفكير فيها في الزيادة بمعدل مستحيل حتى بالنسبة لأكثر أجهزة الكمبيوتر قوة وفاعلية.

من خلال إجراء العملية الحسابية السابقة، سوف يتضح أنه لن يكون هناك على الإطلاق جهاز كمبيوتر فعال بما يكفي للعب الشطرنج من خلال التفكير في جميع الحركات التي يمكن القيام بها. عندما تبدأ مباراة الشطرنج، سيكون هناك حوالي $١٠^{١٢٣}$ (أي ١٠ متبوعة بـ ١٢٣ صفراً) مربعًا ممكنًا على رقعة الشطرنج. وهذا الرقم يعد هائلاً إلى حد كبير، فهو يزيد عن عدد الإليكترونات الموجودة في الكون بأكمله. ليس من الوارد وجود جهاز كمبيوتر يستطيع حساب كل هذه الحركات الممكنة، وأن يختار فيما بينها. يتطلب هذا الأمر وجود تقنيات أكثر ذكاءً من تلك المتاحة حاليًا.

ثمة مشكلة أخرى تتعلق باستخدام القدرة الحسابية البحتة في لعب الشطرنج وتنشأ هذه المشكلة من طبيعة اللعبة نفسها. لقد أطلق "آرثر صامويل"، أحد رواد الذكاء الاصطناعي في هذا المجال، على تلك المشكلة اسم "مشكلة تعيين الأفضلية". وتتمثل هذه المشكلة في تحديد الحركات التي تؤدي إلى الفوز في حالة القيام بها. في نهاية لعبة الشطرنج، تظهر قائمة بالحركات التي تم القيام بها - بعضها يكون جيداً والبعض الآخر سيئًا. حتى إذا نجح البرنامج في الفوز بالمباراة، فلا توجد طريقة لتحديد الحركة المحددة التي أدت إلى الفوز عند القيام بها. بعبارة أخرى، لا سبيل لتعيين أفضلية إحدى الحركات على غيرها.

لقد نجح "صامويل" في حل كلتا المشكلتين بطريقة بارعة وفعالة. في واقع الأمر، قام "صامويل" بالاستعانة بأسس لعبة "الداما" - وهي تشبه لعبة الشطرنج إلى حد كبير - لكن الطريقة

التي استخدمها ما زالت تشكل أساس البرامج الحديثة للعب الشطرنج. لقد طرح فكرة دالة التقييم الثابت. وتعتبر هذه الطريقة أسلوبًا تجريبيًا، حيث إنها تمكن البرنامج من تخمين أفضل أنواع الحركات التي يمكن القيام بها في مواقف معينة. وتتمثل الفكرة في أن البرنامج ينظر إلى المواضع الموجودة على الرقعة والمتوفرة في ضوء الوضع الحالي، ثم يحاول الوصول إلى تقييم حول مدى كفاءة كل حركة. ويعد هذا التقييم "ثابتًا" لأنه لا يفكر فيما إذا كانت هذه الحركة ستؤدي إلى الفوز أم لا، وإنما ينظر إلى الشكل العام الذي تبدو عليه الحركة من الناحية الظاهرية. فعلى سبيل المثال، يبدو الموضع الذي يوجد به عدد قليل من قطع الشطرنج الخاصة بالخصم موضعًا جيداً إلى حد ما، بينما يبدو الموضع الذي أخذت منه قطع الشطرنج الخاصة بك موضعًا سيئًا إلى حد ما.

إن ما يقوم به برنامج لعب الشطرنج في الأساس هو حساب دالة التقييم الثابت بالنسبة لأكبر عدد ممكن من المواضع على الرقعة في الوقت المتاح، ثم اختيار الحركة التي تؤدي إلى ما يبدو أنه أفضل المواضع على الرقعة (أو أقلها سوءاً). وبالطبع، نظراً لإمكانية حدوث تزايد لانهائي للقيم، فإنه يمكن للبرنامج التفكير في عدد قليل نسبيًا من المواضع الممكنة على الرقعة، وهكذا فإن هذا الأسلوب عرضة للخطأ إلى حد كبير. كذلك، تعد دالة التقييم الثابت عرضة لارتكاب الخطأ بالدرجة نفسها لأنها مجرد تخمين، شأنها في ذلك شأن جميع الأساليب التجريبية.

قد يتم إعداد دالة التقييم الثابت من قبل المبرمجين، ولكن غالبًا ما تكون هذه مجرد نقطة للبداية. لقد قام "صامويل" بإتاحة

الفرصة لنسختين من البرنامج للعب ضد بعضهما البعض. وقد كانت هناك دالة تقييم ثابت بإحدى هاتين النسختين معدلة بصورة عشوائية، في حين لم يتم إجراء أي تعديل على النسخة الأخرى. إذا فازت النسخة المعدلة، فقد يمكن تطبيقها في المستقبل. أما إذا فازت النسخة الأصلية، فسوف يتم الاحتفاظ بها. في الوقت الحاضر، يتم استخدام تقنيات أخرى متنوعة، مثل "الخوارزميات الجينية" والتي سيتم تناولها في الفصل التالي، بحيث يمكن استخدامها في تحسين دوال التقييم الثابت، إلا أن الطريقة الأصلية التي استخدمها "صامويل" ما زالت من أكثر الوسائل فاعلية.

إذا قمت بالتفكير في الطريقة التي تتبعها عند ممارسة لعبة الشطرنج مثلاً، فقد تعتقد أن الطريقة التي سبقت الإشارة إليها إنما تهدر الكثير من الوقت والجهد. ففي أغلب الأحوال، لن تقوم بالتفكير في جميع الحركات التي يمكنك القيام بها في وقت ما أثناء المباراة. فالكثير من هذه الحركات ستكون غير مناسبة على الإطلاق. لذا، تم ابتكار طريقة تمكن البرامج من عدم إهدار الوقت في التفكير في مثل هذه الحركات يطلق عليها طريقة "تقليم ألفا - بيتا". تستخدم كلمة التقليم هنا مجازاً للدلالة على أن الفروع غير المثمرة يتم استئصالها من "شجرة البحث". عندما يقوم البرنامج بالنظر إلى المواضع الممكنة على رقعة الشطرنج، سيجد فئتين يمكن إهمالهما. تمثل الفئة الأولى تلك المواضع التي بها دوال تقييم ثابت، لكن لا يمكن الاستفادة منها نظراً لأن اللاعب المنافس لن يدع البرنامج حتى يصل إليها. أما الفئة الثانية، فتمثل تلك المواضع التي تمثل خطراً

بحيث يمكن أن تؤدي إلى الخسارة. إذا تم اكتشاف إحدى هاتين الفئتين في وقت مبكر من البحث، فإنه يمكن إيقاف البحث عند هذه النقطة. فما من جدوى، على سبيل المثال، في توسيع نطاق المواضع الممكنة على الرقعة والتي تنشأ عن أحد المواضع التي تمثل خطراً. لن يتم القيام بهذه الحركة، وأي مجهود يبذل في هذا الصدد سيكون عديم الفائدة. بالمثل، فإن المجهود المبذول في اكتشاف المواضع التي قد يحول الخصم دون وصولنا إليها يعتبر بمثابة أحلام اليقظة.

وعلى الرغم مما سبق، فإنه مع وجود كل هذه التقنيات المتطورة والخاصة بالذكاء الاصطناعي، لا زالت لعبة الشطرنج تتضمن قدراً كبيراً من الجهد الحسابي. قد تقوم دوال التقييم الثابت بدراسة ٦٤ خاصية لأحد المواضع على الرقعة (وأحيانًا أكثر من ذلك). يجب حساب كل خاصية من هذه الخصائص لكل موضع من المواضع التي يمكن التحرك فيها فيما بعد على الرقعة وهنا تعمل النتائج التي يتم تمريرها على زيادة شجرة البحث. يساهم استخدام طريقة تقليم ألفا - بيتا في تقليل حجم شجرة البحث إلى حد كبير، ويعمل ذلك على تأخير ظهور تأثير التزايد اللانهائي للقيم فقط، مع استمرار وجود المشكلة. حتى تتمكن برامج لعب الشطرنج من دراسة أكثر من حركتين تاليتين (وهذا الأمر يزيد من فرص نجاحها إلى حد كبير)، فلا بد من تشغيلها على أجهزة كمبيوتر فعالة للغاية.

على الجانب الآخر، من الخطأ افتراض أنه نظراً لأن هذه التقنيات الخاصة بالذكاء الاصطناعي قد تم إدراكها منذ عقود ويمكن برمجتها داخل أجهزة الكمبيوتر، فإن لعبة الشطرنج (سواء من قبل

الإنسان أو الكمبيوتر) لا تتطلب قدراً كبيراً من الذكاء. دعونا نتسم بالوضوح الشديد، إن الكمبيوتر لا يقوم بممارسة لعبة الشطرنج ببساطة من خلال حساب الحركات التي ستؤدي إلى تحقيق الفوز. فهذا الأمر مستحيل من الناحية الرياضية. تعد دالة التقييم الثابت تخميناً للحركة التي يمكن القيام بها، كما أنها تخمين يقوم الكمبيوتر بتطويره من خلال الممارسة الفعلية للعبة الشطرنج.

والجدير بالملاحظة في هذا الأمر أن رواد تصميم برامج لعبة الشطرنج وغيرها من الألعاب المشابهة يتمتعون بالكثير من الأسس الخاصة بالعمل بصورة صحيحة. عندما نجح جهاز الكمبيوتر Deep Blue في هزيمة "جاري كاسباروف" عام ١٩٩٧، كان هناك احتفالات لفريق العمل القائم على تطوير جهاز Deep Blue وكذلك في مقر شركة "آي بي إم" التي كانت تمول العمل. بالنسبة للكثيرين الذين كانوا يعملون في مجال الذكاء الاصطناعي، لم يكن هناك سبب قوي للاحتفال؛ وذلك ليس من منطلق عدم اهتمامهم أو اكتراثهم بالأمر، ولكن لأنهم أدركوا منذ سنوات عدة أن الأمر كان مجرد مسألة وقت.

قوة المعرفة

في مسرحية "إيفري مان" التي ظهرت في العصور الوسطى، كان مطلوباً من البطل الذي يحمل اسم المسرحية خوض رحلة كبيرة في الحياة. على الرغم من أن معظم رفاقه خذلوه بطرق عديدة، فقد أخبرته المعرفة أنها ستقف إلى جواره وترشده. قد يشعر القراء بالدهشة لمعرفتهم أنه مثلما أن المعرفة هي أفضل رفيق للإنسان في

الحياة، فهي بالمثل نافعة بشكل كبير بالنسبة للكمبيوتر. من أكثر فروع الذكاء الاصطناعي التي حققت نجاحًا هي "النظم القائمة على المعرفة". قد لا يكون واضحًا كيفية منح ميزة المعرفة لأجهزة الكمبيوتر، لكن وُجد أن الأمر ليس بالقدر نفسه من الصعوبة التي يبدو عليها للوهلة الأولى.

بينما كان معظم الباحثين يركزون على الأساليب التجريبية والبحث كسبيل للذكاء، تم اكتشاف أسلوب آخر. ظهر هذا الأسلوب الجديد بصورة مبدئية في جامعة "ستانفورد" بولاية كاليفورنيا. وتتسم الفكرة التي يتضمنها هذا الأسلوب بأنها غاية في البساطة. فإنك لست بحاجة إلى إجراء بحث شامل ومكثف لإيجاد حل لإحدى المشكلات إذا كنت تعرف وسيلة الوصول إلى الحل بالفعل. قد يتم حفظ هذا الحل في ذاكرة الكمبيوتر في شكل استدلالي منطقي. وقد زعم هؤلاء الباحثون أن النظام الذكي قد يكون رديء المستوى نسبيًا في الاستدلال إذا لم يكن غنيًا إلى حد ما بالمعرفة. إن قوة هذا النظام سوف تنبع من امتلاكه أحدث المعرفة المتعلقة بالعالم الواقعي.

بالطبع، تحتاج بساطة هذا الأسلوب إلى القليل من الإضافات حتى ينجح تطبيقه من الناحية العملية. إذا تمكن الكمبيوتر من الحصول على قدر مميز من المعرفة، سوف يكون هناك الكثير من الحلول المنطقية الاستدلالية. ولكن، سوف تكون هناك مشاكل حول اكتشاف الحلول المنطقية الاستدلالية المناسبة لكل موقف، إلا أنه قد تم التغلب على هذه المشكلات. تعرف الحلول المنطقية الاستدلالية

باسم "النواتج"، حيث إن الفكرة العامة للقاعدة الخاصة بكل ناتج مضللة إلى حد ما هنا. وتعرف البضع مئات أو أكثر من هذه القواعد باسم "قاعدة المعرفة". علاوةً على ذلك، سوف يضم البرنامج آلة الاستدلال المنطقي التي تعد جزءاً من البرنامج بحيث تنتقل عبر قاعدة المعرفة بهدف الوصول إلى قاعدة الناتج الصحيحة لموقف معين. بالطبع، سوف يقوم هذا النظام بإجراء أحد أشكال البحث، كما أنه سوف يستخدم الأساليب التجريبية متى كان ذلك ممكنًا.

هناك عنصر آخر مهم في هذه النظم، ألا وهو القدرة على شرح عملية الاستدلال بشكل كامل. وعلى الرغم من أن هذه النظم قد تم تصميمها لإسداء نصيحة مفيدة في الوقت المناسب حول المشكلات التي تتعلق بالعالم الواقعي، فإنه لا يمكن توقع اليقين الكامل لتلك النظم. لك أن تتوقع ذلك اليقين من الآلة الحاسبة، وليس من نظام يقوم بالتشخيص الطبي أو الهندسي أو يدلي بنصيحة عن الضرائب. في المشكلات التي تتعلق بالعالم الواقعي، دائمًا ما يوجد عنصر الشك وعدم التيقن، وكلما كانت المشكلة أكثر إثارة وكان تحليلها أكثر تعقيداً، زادت درجة الشك. علاوة على ذلك، فإن إمكانية الشرح هي التي تسمح لمصممي البرنامج بتطوير قاعدة المعرفة. فعن طريق سؤال النظام عن شرح ما توصل إليه من نتائج، يمكن لهؤلاء المصممين معرفة التعديلات التي ينبغي إدخالها على قاعدة المعرفة وآلة الاستدلال إذا كانت هناك حاجة للقيام بذلك.

غالبًا ما يعرف البرنامج الناتج من العملية السابقة باسم "النظام الخبير". إنني أفضل استخدام مصطلح "النظام القائم على المعرفة" حيث يتسم بقدر أكبر من الدقة والوضوح. وعلى الرغم من ذلك،

يعتبر مصطلح "النظام الخبير" أكثر انتشاراً، إلا أن مثل هذه النظم في الواقع لا تحتوي على الخبرة البشرية. إن التفاعل بين قاعدة المعرفة وآلة الاستدلال المنطقي هو الذي يجمع ما بين المعرفة وعملية الاستدلال للخبراء من بني البشر.

سوف يشعر الكثير من القراء أن هذا الزعم مبالغ فيه. إن المعرفة البشرية أمر معقد. وهي غالبًا ما تكون نتاجًا للخبرة، أكثر من التعلم الواضح. عادةً ما تتضمن تلك المعرفة أحكامًا تتسم بالمهارة في التفكير بدلاً من الاتباع الأعمى للقواعد. لا بد من الإشارة مرة أخرى إلى أن نظم الذكاء الاصطناعي التي أتناولها تشتمل بالفعل على هذا النوع من المعرفة وتقوم باستخدامه. إن النظام القائم على المعرفة لا يشتمل ببساطة على مجموعة من الحقائق ثم يتوصل إلى استنتاجات من خلالها. بل إنه يشتمل على أحكام من المحتمل أن تكون غير مؤكدة، كما أن الاستدلال الذي يتم عن طريق هذا النظام لا يكون منطقيًا بشكل كامل. وبشكل عام، سوف يقوم النظام القائم على المعرفة بإجراء تشخيص للأمراض. وطبقًا للمصطلحات الخاصة بالاستدلال، يتضمن هذا الأمر دراسة مجموعة من الأعراض، ثم إيجاد أفضل تفسير للأعراض الملحوظة. يعرف هذا الأمر باسم "البرهنة العكسية" التي لا يمكن وصفها بأنها مهمة منطقية بحتة. فلا يوجد يقين بشأن النتيجة التي استدل عليها هذا النظام، أو حتى بشأن الخطوات المتخذة للوصول إلى هذه النتيجة.

هل يمكن لمثل هذا النظام أن يعمل بصورة مفيدة في المواقف الواقعية الحقيقية؟ يمكنه ذلك بكل تأكيد. لقد تم تطوير أحد الأنظمة القائمة على المعرفة، والذي أطلق عليه اسم MYCIN، في الفترة ما

بين منتصف إلى أواخر السبعينيات من القرن العشرين كمشروع مشترك بين قسم علوم الكمبيوتر وكلية الطب في جامعة "ستانفورد" بولاية كاليفورنيا. كانت قاعدة المعرفة الخاصة بهذا النظام تتعلق بتشخيص وعلاج الأمراض المُعدية الخاصة بالدم. وقد أظهرت الدراسات الرسمية التي أجريت في عام ١٩٧٩ أن أداء نظام MYCIN قد تساوى مع أداء الخبراء من البشر في الجامعة على نحو مبشر.

وقد تضمن الاختبار دراسة عشر حالات سابقة من تجرثم الدم والالتهاب السحائي. وقد قامت ثماني مجموعات من الخبراء - منهم خمس كليات طب مختلفة - بتصنيف أساليب العلاج المقترحة لهذه الحالات العشر على أساس ما إذا كانت مقبولة أم غير مقبولة بالنسبة لكل حالة؛ حيث اتضح أن عدد الدرجات النموذجي الواجب تحصيله ٨٠ درجة. وتظهر نتائج تلك الدراسة في الجدول التالي.

الجهات المعنية بعملية الدراسة	عدد الدرجات التي تم تحصيلها
نظام MYCIN	٥٢
الكلية الأولى	٥٠
الكلية الثانية	٤٨
زمالة الهيئة المعنية بالأمراض المعدية	٤٨
الكلية الثالثة	٤٦
الكلية الرابعة	٤٤
الأطباء الممارسون	٣٦
الكلية الخامسة	٣٤
طلاب كلية الطب	٢٤

لقد عرضت النتائج بالكامل لأنها تفيد في توضيح ما هو أكثر من مجرد الأداء الفائق الذي تميز به نظام MYCIN. تتمثل النقطة المهمة الأولى في أنه لم توجد نتيجة واحدة من النتائج السابقة تقترب من النتيجة النموذجية، الأمر الذي يعكس حقيقة أن التشخيص الطبي لا يكون على درجة كبيرة من التأكد. وجدير بالذكر أن أساليب العلاج الفعلية التي تلقاها هؤلاء المرضى كانت تلك التي سجلها الخبراء عند ٤٦ . في عالم الواقع، لا يمكننا توقع الحلول النموذجية. تتمثل النقطة المهمة الثانية في أنه على الرغم من أن النتيجة التي سجلها نظام MYCIN كانت الأعلى، فقد كان يفصل بينها وبين النتائج الأخرى فارق طفيف نسبيًا. قد تكون النظم القائمة على المعرفة مؤثرة، لكنها ليست سحرية. إن أنواع المشكلات التي ينبغي أن يتعامل معها خبراء الطب والنظم الخبيرة في مجال الطب ليست لها حلول معينة. وعلى الرغم من ذلك، فإن القدرة على تطبيق نظم الذكاء الاصطناعي على مثل هذه المشكلات الواقعية الصعبة يعد إنجازاً تكنولوجيًا ذا أهمية كبيرة.

لقد كان نظام MYCIN مجرد نظام خبير تجريبي، غير أن التكنولوجيا التي أظهرها قد توصلت إلى الكثير من التطبيقات العملية والمفيدة. ثمة مثال ناجح من الناحية التجارية يعرف باسم "Authorizer's Assistant" تم تصميمه لشركة "أمريكان إكسبريس". إن الاسم الذي يحمله هذا النظام الخبير يتسم بالأهمية، كما يُظهر أنه مثال للجيل الثاني من النظم الخبيرة. بمعنى آخر، لقد تم تصميم هذا البرنامج منذ بداية الأمر لمساعدة العنصر البشري المخول إليه القيام

بإحدى المهام، بدلاً من أن يحل محله تمامًا. وقد كان النظام يقوم بإعطاء التوجيهات معتمداً على مجموعة من البيانات عن العميل. تتضمن تلك البيانات معلومات حول الحساب الخاص بالعميل والأساليب التي يتبعها في الإنفاق وبيانات شخصية. ومن خلال دراسة العديد من قواعد البيانات، يقوم النظام بتقديم توصية بشأن اعتماد القروض بالنسبة للعملاء. يمكن لهذا النظام أن يمد الشخص المفوَّض له اعتماد القرض بأية حقائق أخرى ينبغي وضعها في الاعتبار فيما يتعلق بهذا العميل. إن استخدام النظام القائم على المعرفة لمساعدة البشر في اتخاذ القرارات سريعًا بالاعتماد على البيانات التي يمكن تخزينها في عدد من قواعد البيانات الإليكترونية يجسد واحداً من العديد من النظم المستندة إلى المعرفة ذات الأهمية البالغة والتي يتم استخدامها بشكل عملي في الوقت الحاضر.

علاقة المعرفة بالذكاء

بعد أن قمنا في وقت من الأوقات بالحصول على هذا النوع من المعرفة واستخدامه في نظام الذكاء الاصطناعي، فقد يتساءل القارئ عن السبب وراء عدم تصميم قواعد للمعرفة أكبر كثيراً بحيث نتمكن من خلالها من حل جميع مشكلات الذكاء الاصطناعي؟ هناك العديد من الأسباب وراء عدم قدرتنا على القيام بذلك (رغم أن هذا الأمر لا يحول دون قيام بعض الباحثين المتفائلين بالمحاولة).

يتمثل السبب الأكثر أهمية، وربما المثير للدهشة، في تلك المشكلة التي اتضح أن الذكاء الاصطناعي يشترك فيها مع البشر.

فكما أن المعرفة مفيدة إلى حد كبير، فإن اكتسابها يستنفد الكثير من الوقت والمال. في حالة النظم القائمة على المعرفة، غالبًا ما يتم اكتساب المعرفة من الخبراء البشريين. يستخدم الخبراء ما يتمتعون به من معرفة، وغالبًا ما لا يكونون بحاجة إلى التعبير عنها في صورة تبدو مفهومة لغيرهم ممن لا تتوفر لديهم تلك المعرفة. غالبًا ما تتضمن الخبرة البشرية أحكامًا مكنونة - وهي ما نسميه حدسًا - ويكون مبنيًا على العديد من سنوات الخبرة في عالم الواقع. لا بد من اكتشاف كل هذه الأمور بطريقة ما ثم برمجتها بوضوح داخل النظام.

قد تتذكر النقطة التي أشرنا من خلالها سابقًا أن أحدث ما توصل إليه عالم الواقع من المعرفة هو وحده الذي يضفي فاعلية على النظام القائم على المعرفة. تتمثل الطريقة العملية الوحيدة للحصول على هذه المعرفة في الخبير البشري، وفي كثير من الأحيان يتم هذا الأمر في شكل سلسلة متصلة من الحوارات التي تجرى مع أحد المختصين والذي يطلق عليه مهندس المعرفة أو مهندس النظم الخبيرة. لا بد من اكتشاف التجارب والأحكام والحدس الخاص بالخبير البشري، ثم توضيحها حتى يمكن إضافتها للنظام في شكل نواتج. يستغرق هذا الأمر وقتًا ومالاً؛ فهو يستغرق الكثير من الوقت لأنه بطيء بعض الشيء. كما أن الأمر مكلف لأنه يستهلك الكثير من المال، حيث سيطلب الخبراء الذين يتمتعون بأحدث ما توصلت إليه المعرفة في المجالات المهمة تقاضي مقابل جيد عما يقضونه من وقت في هذا الأمر. كذلك، فإن الاستعانة بمهندسي النظم الخبيرة ذوي المهارة يتكلف الكثير من المال.

هناك العديد من المحاولات التي أجريت للتغلب على تلك العقبة، وما زالت هناك بعض مجالات البحث النشطة والتي سوف نشير إليها لاحقًا في الكتاب. ولقد أثبت عدد مناسب من تلك المجالات فاعليته كنتائج غير متوقعة لعمل الكمبيوتر بوجه عام. ومن بين تلك النتائج، تظهر فكرة "النمذجة الأولية السريعة" التي تزيد من سرعة عملية اكتساب المعرفة، من خلال تصميم نظام قائم على المعرفة في مرحلة مبكرة قدر المستطاع، ثم تطوير قاعدة المعرفة الخاصة به عن طريق تطبيقها على حالات واقعية وتصحيح النتائج التي يقر الخبراء أنها خاطئة. لقد تم تطوير البرنامج الفعلي الذي يعد جزءاً من النظم القائمة على المعرفة (آلة الاستدلال المنطقي)؛ بحيث يمكن الآن شراء أحد برامج النظم الخبيرة التي يتم استخدامها مع نظم التشغيل المعتمدة على الأوامر بتكلفة لا تتجاوز سعر معالج الكلمات، ثم إضافة المعرفة لتصميم نظام فعال.

من أهم النتائج التي تمخضت عن المحاولات المبذولة في سبيل التغلب على عقبة اكتساب المعرفة تطوير مجال بحثي يعرف باسم "استنباط المعرفة". يتناول هذا المجال كيفية استخلاص المعرفة من البشر في أغلب الأحوال وليس جميعها. من الواضح أن ذلك يمثل الجزء الرئيسي من مهام مهندس النظم الخبيرة وقد تم بحث وتطوير التقنيات اللازمة لعمل ذلك على نحو سريع يمكن الاعتماد عليه. علاوة على ذلك، فإن هذا الأمر يمثل عملية مفيدة للغاية خارج نطاق الذكاء الاصطناعي. وقد أدت هذه التقنيات إلى مزيد من الإدراك

لدور المعرفة في كيفية قيام البشر بالمهام المنوطين بها - ولا سيما في المؤسسات التجارية على سبيل المثال لا الحصر. إن الحديث الذي يدور الآن حول نهضة الاقتصاد بسبب توفر المعرفة يدين بالفضل إلى حد كبير لهذه النتيجة التي انبثقت عن الذكاء الاصطناعي.

وعلى الرغم مما سبق، فإن معظم الجهود المبذولة في البحث اتجهت نحو محاولة إيجاد طرق يمكن من خلالها للكمبيوتر أن يكتسب المعرفة تلقائيًا. يعول الخبراء من البشر على المعلمين الأكفاء فيما يتعلق بأمر تلقي المعرفة، لكن هؤلاء المعلمين يتلقون المعرفة أيضًا من خلال التجربة. إذا تمكن البرنامج من التعلم وتلقي المعرفة عن طريق الخبرة والتجربة، فقد تتيسر على الأقل مشكلة اكتساب المعرفة. يعرف ذلك المجال بتعلم الآلة، وقد لاقى حماسًا بالغًا في بداية الأمر تبعه إدراك لمدى صعوبة هذه المشاكل، شأنه في ذلك شأن العديد من فروع الذكاء الاصطناعي. لقد تم تصميم العديد من النظم التي يمكنها القيام بالتصنيف أو التعميم من بين مجموعة من الأمثلة. ولقد أدت مجموعة كبيرة من تقنيات "التعرف على الأنماط" إلى ظهور نتيجة أخرى مفيدة ومثمرة، وسوف نتناولها في الجزء التالي. وعلى الرغم من ذلك، فمن الإنصاف أن نقول إنه قد وجد أن التعلم، سواء أكان بالنسبة للإنسان أو أجهزة الكمبيوتر، يتم تلقيه بصورة سيئة إلى حد ما، كما أن تقنيات التعرف على الأنماط تعد جزءاً فحسب من المشكلة. وكما رأينا في الفصل السابق، يوجد الكثير من عناصر الذكاء البشري التي لا نعيها بأية طريقة علمية. ويعتبر التعلم واحداً من ضمن هذه العناصر. وإلى الآن لم يتم حل مشكلة اكتساب المعرفة.

هناك بعض القيود الأخرى التي حالت دون تحقيق النظم القائمة على المعرفة والتي تمنعنا من الوصول إلى الذكاء العام. والأهم من ذلك أن المعرفة التي تضمها هذه النظم محدودة النطاق بعض الشيء. فهي تتعلق بالجداول الزمنية لهندسة المركبات الفضائية فحسب أو بالأمراض المعدية التي تختص بالدم فقط. وبالتالي، فهي ليست معرفة عامة. وقد جرت عدة محاولات لاكتساب المعرفة العامة ولكن جميعها باءت بالفشل، كما أن هذه المشكلة تثير فضول الكثيرين من باحثي الذكاء الاصطناعي المعاصرين الذين يستخدمون تقنيات تبعد بكثير عن هندسة المعرفة. وسوف يتم تناول هذا الموضوع في فصول لاحقة من الكتاب.

والآن، تظل النظم القائمة على المعرفة ناجحة إلى حد كبير، ولكن يوجد بها بعض أوجه القصور المؤكدة: فهي تعمل داخل نطاق محدود، كما أنها تفتقر إلى الحكمة والمنطقية. والأهم من ذلك أنها تتطلب استثماراً كبيراً لأن الحصول على المعرفة المفيدة يتكلف الكثير. وعلى الرغم من ذلك، فإن بعض المؤسسات، التي ترتبط بالتزامات ضرورية مثل وكالة "ناسا" الفضائية، وجدت أن فائدة تلك النظم تعوض تلك التكلفة بأضعاف مضاعفة. تعتمد حياتنا الحديثة على مثل هذه النظم التي تسدي النصح للأطباء والممرضين والمهندسين ومستشاري المالية ورواد الفضاء والعلماء وغيرهم. فقد اخترقت النظم القائمة على المعرفة جميع مجالات الحياة العصرية تقريبًا. في الواقع، لقد نجح هذا المجال إلى حد كبير لدرجة أن الكثيرين لم يربطوه بالذكاء الاصطناعي. فهم ببساطة يرون إسداء

النصح من المهام الأخرى التي يمكن لأجهزة الكمبيوتر القيام بها. وإنني أعتقد أن ذلك هو أقصى نجاح يمكن أن يتم تحقيقه في أي فرع من فروع العلم.

استخلاص البيانات المهمة

من أهم نتائج الأبحاث التي أجريت في مجال تعلم الآلة ظهور مجموعة من تقنيات الذكاء الاصطناعي أطلق عليها "تنقيب البيانات". ومن خلال ما يوحيه ذلك المصطلح، تكمن حقيقة أن المؤسسات الحديثة لديها كميات هائلة من البيانات. سوف يكون لدى معظم بائعي التجزئة سجل إليكتروني يضم جميع المعاملات المالية التي تمت في متاجرهم خلال المدة التي يهتمون بتسجيل البيانات فيها. تعتبر سجلات المرضى والسجلات الخاصة بأقسام الشرطة وبيانات الضرائب وما شابه ذلك مجموعات كبيرة من البيانات، وفي الوقت الحاضر غالبًا ما يتم الاحتفاظ بتلك البيانات على أجهزة الكمبيوتر. بالإضافة إلى ذلك، ظهرت صناعة ضخمة ترتبط بقوائم العملاء التجارية وقوائم البريد الإليكتروني وما إلى ذلك. تتوفر لدى صانعي القرارات الكثير من البيانات، لكن تكمن المشكلة في استنباط البيانات التي تمثل أهمية بالنسبة لهم. يعمل برنامج تنقيب البيانات على إيجاد البيانات التي تمثل أهمية بالغة وسط ذلك الكم الهائل من البيانات.

لقد تم الوصول إلى تقنية تنقيب البيانات من خلال الدمج بين تقنيات الذكاء الاصطناعي. تشبه بعض هذه التقنيات تلك التي استعرضناها من قبل كالبحث القائم على المعرفة و"التعرف على

الأنماط". يتضمن تنقيب البيانات كذلك التقنيات التي تعتمد على علم الأحياء بشكل أكبر والتي سوف نتناولها في الفصل القادم. طبقًا للمصطلحات التجارية، فقد أثبتت هذه التقنية نجاحها الباهر بالنسبة لهؤلاء الذين يصممون برامج الكمبيوتر وللذين يستخدمونها. إن القدرة على استخلاص العناصر المفيدة من هذا القدر الكبير من البيانات الموجودة في الأوساط التجارية الحديثة قد أثبتت مدى أهميتها في تحقيق النجاح التجاري لدرجة أن برامج تنقيب البيانات قد صارت تتوفر بأسعار باهظة. في هذا الصدد، يعد تنقيب البيانات نموذجًا مثاليًا للنجاح الذي حققه الذكاء الاصطناعي.

دعونا نلقي نظرة بمزيد من التفصيل على الطريقة التي ظهرت بها هذه التكنولوجيا من خلال الأبحاث الخاصة بالذكاء الاصطناعي في مجال تعلم الآلة. لقد رأينا بالفعل مدى فائدة تضمين المعرفة الخاصة بعالم الواقع داخل أحد برامج الذكاء الاصطناعي، كما استعرضنا مدى صعوبة اكتساب تلك المعرفة. ويتمثل أحد الحلول الممكنة للتغلب على تلك المشكلة في ابتكار طرق لجعل برامج الكمبيوتر تكتسب المعرفة تلقائيًا. إن مجال أبحاث الذكاء الاصطناعي المعروف بـ "تعلم الآلة" قد جذب قدراً كبيراً من جهود البحث.

في الوقت الحاضر، عندما يتحدث أحد عن "تعلم الآلة"، تتولد الدوافع لترجمة هذا المفهوم طبقًا للمصطلحات البشرية. إننا نألف عمليات التعلم الخاصة بنا بشكل أكبر، وهو ما يجعلنا نعتبر أن هناك مشكلة في تعلم الآلة. وعلى الرغم من ذلك، فإن التفكير في

تعلم البشر لا يفيدنا بالكثير حول مشكلة تعلم الآلة. تذكر لدقيقة أن المطلوب في النظام القائم على المعرفة هو مجموعة من القواعد أو النواتج على الشكل التالي: "عندما تواجه الموقف س، قم بالفعل أ". تكمن مشكلة تعلم الآلة في كيفية وضع مجموعة من مثل هذه القواعد بصورة آلية تعكس بدقة العالم الواقعي دون الاضطرار إلى الاستعانة بالبشر لاستنتاج تلك القواعد وبرمجتها يدويًا داخل تلك الأنظمة.

إن الاستعانة بأحد برامج الذكاء الاصطناعي للقيام بذلك تتضمن العديد من الخطوات الصعبة. من أولى تلك الخطوات (وأكثرها صعوبة) القدرة على تمكين البرنامج من إدراك "الموقف س". دعونا نفترض أن "الموقف س" هو مريض تظهر عليه مجموعة من الأعراض (قد يكون هذا الموقف أيضًا أحد المواضع في رقعة الشطرنج أو خطوة نحو إثبات دليل منطقي أو حركة في أسعار الأسهم أو خطوة في إعداد مكوك الفضاء للانطلاق). تتوفر لدينا مجموعة من الملاحظات - بعضها يتعلق بالأمر والبعض الآخر ليس كذلك - التي يتعين على الكمبيوتر الاعتماد عليها في التشخيص. لا بد من إدراك أن تلك المشكلة لا تشبه الاستنباط أو الاستدلال الرياضي. إن الأفراد المختلفين الذين يعانون من مرض واحد سوف يظهرون مجموعة مختلفة من الأعراض. قد يكون لدى البعض أكثر من مرض في آن واحد وقد تظهر الأعراض نفسها على بعض الأفراد دون أن يعانوا بالفعل من أي مرض. ولكي نحدد ما إذا كان أحد الأشخاص يعاني بالفعل من مرض معين أم لا، يتعين علينا تحديد

أكثر الأسباب المحتملة وراء ظهور تلك الأعراض الملحوظة. إن الاسم التقني لهذه العملية من الاستدلال هو "البرهنة العكسية"، وربما تكون هذه العملية الأقرب لأحد الآراء الخبيرة.

تشير الطريقة التي يعمل بها البحث التجريبي على نحو جيد إلى أنه غالبًا ما توجد أنماط يمكن اكتشافها في المعلومات التي يقدمها لنا عالم الواقع. إن التعرف على تلك الأنماط يمثل العنصر الرئيسي لتعلم الآلة، حيث إنه سوف يتيح للبرنامج فرصة استنتاج تعميمات من ضمن مجموعة من الأعراض. في الواقع، لقد كان برنامج تعلم الآلة قادراً على تقديم قدر وفير من تقنيات التعرف على الأنماط من فروع مختلفة من الذكاء الاصطناعي وإضافة المزيد من تلقاء نفسه. ولقد اتضح أن الكثير من هذه التقنيات، رغم فاعليتها الشديدة، كانت قاصرة على مجالات معينة إلى حد كبير. بعبارة أخرى، فإن التقنية التي تنجح في أحد المجالات ليست بالضرورة أن تنجح في مجال آخر. ومن الموضوعات المتكررة في أبحاث الذكاء الاصطناعي أن الطريقة التي تثبت فيها إحدى التقنيات فاعلية بالنسبة لمجموعة من المشاكل لا تنطبق على مجموعة أخرى من المشاكل.

لذا، هناك نتيجة ظهرت من الأبحاث التي أجريت حول تعلم الآلة، ألا وهي أن مجموعة التقنيات شديدة الفاعلية غالبًا ما تتيح للبرنامج فرصة اكتشاف نمط ما ضمن مجموعة كبيرة من الأمثلة. لقد أدرك بعض الباحثين أن هذا الأمر مفيد في حد ذاته ومربح. فقاموا بتحويل هذه التقنيات الخاصة بالذكاء الاصطناعي إلى حزم

برامج إليكترونية سهلة الاستخدام. ومع وجود واجهة مستخدم جيدة، صار من السهل استكشاف قدر كبير من البيانات بحثًا عن الأنماط. إن أحد برامج تنقيب البيانات الجيدة لا يستخدم تقنية واحدة في التعرف على الأنماط. بل إنه يقدم أيضًا للمستخدم ست وسائل أو أكثر لاستكشاف البيانات، والتي يمكن استخدامها بصورة منفردة كما يمكن الربط بينها.

لقد تمخض عن هذا التطور ظهور أداة رائعة بالنسبة لرجال الأعمال والعلماء. فعلى سبيل المثال، مكنت إحدى حزم البرامج الخاصة بتنقيب البيانات، والتي طورتها إحدى الشركات الصغيرة المعنية بالذكاء الاصطناعي في إنجلترا وأطلقت عليها اسم "Clementine"، عدداً كبيراً من منتجي أدوات النظافة الشخصية من تخفيض اختبار منتجاتهم على الحيوانات بنسبة ٩٨٪. وقد كان لدى هؤلاء العلماء قائمة طويلة من المركبات الكيميائية، اتضح أن بعضها كان له تأثير مضر عند تجربته قبل ذلك. ولكن لم يكن لدى هؤلاء العلماء أية قاعدة أو معرفة تفصيلية تمكنهم من التنبؤ إذا ما كان أحد المركبات الجديدة سيكون آمنًا أم لا. وقد كانت الطريقة الوحيدة لاكتشاف ذلك هو اختبار المركب على الحيوانات.

يمثل هذا الأمر أحد المواقف التي تكون فيها تقنية تنقيب البيانات أمراً مفيداً. إن اختبار جميع المركبات، المضرة وغيرها، على حزمة برامج "Clementine" مع مركبات أخرى جديدة يؤدي إلى ظهور تنبؤ - أو تخمين قائم على أنماط معينة في ضوء هذه المعلومات - حول ما إذا كان المركب الجديد الناتج مضراً أم لا. إذا

ما تم التنبؤ بأن المركب الجديد آمن، فستكون هناك حاجة إلى اختباره مرة أخرى قبل إضافته إلى الشامبو أو معجون الأسنان. يعتبر هذا الأمر مجرد أحد التطبيقات الكثيرة الناجحة لحزمة برامج "Clementine" والتي تستخدم أيضًا في التحقيقات التي تجريها الشرطة.

ربما لم تنجح تقنية تعلم الآلة في إيجاد حل لمشكلة اكتساب المعرفة مثلما هي مطروحة في الأصل، ولكن من خلال تقنية تنقيب البيانات، تكون قد اكتشفت أمراً على الدرجة ذاتها من الأهمية. وهذا الأمر يتكرر حدوثه في النجاحات التي يحققها الذكاء الاصطناعي. فكما أن "كولومبوس" أراد في الأساس اكتشاف طريق يوصل للهند ولكن انتهى به الأمر لاكتشاف "أمريكا"، فإن الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي لم يتمكنوا من تصنيع الروبوت الذي يتولى القيام بجميع الأمور نيابة عنا، ولكنهم اكتشفوا ما هو أكثر أهمية من ذلك.

إن لعب الشطرنج هو مجرد عنصر للدعاية لمجموعة أجهزة الكمبيوتر RS6000 التي تنتجها شركة "آي بي إم"، والتي يعد جهاز Deep Blue من أشهر الأمثلة عليها. يتم استخدام أجهزة الكمبيوتر الأخرى في هذه المجموعة في مهام أقل إثارة ولكنها أكثر أهمية. تتضمن هذه المهام تطوير أدوية جديدة لعلاج الأمراض وعمل التحليلات المالية والتنبؤ بالأرصاد الجوية. وتعد تقنية تنقيب البيانات تكنولوجيا جديدة، وربما لم نرَ حتى الآن جميع المزايا التي سوف تقدمها للبشرية.

إن النتائج الحقيقية للذكاء الاصطناعي، مثل تقنية تنقيب البيانات، لا تجذب بسهولة المساحات الإعلامية نفسها سواء في التليفزيون أو الصحف مثلما يحدث إذا تم تطوير نسخ من الآلات التي تحاكي البشر تمامًا باستخدام الذكاء الاصطناعي. ومع هذا، فعلى عكس محاكاة البشر، نجد أن هذه النتائج ذات فائدة عملية كبيرة. وعلى النحو الذي تستعين به وكالة "ناسا" بالذكاء الاصطناعي، فإن هذه النتائج غالبًا ما تكون سرية وغير ظاهرة، ولكنها على الرغم من ذلك، صارت عنصراً جوهريًا بالنسبة للطريقة التي نحيا بها الآن.

الفصل الثالث
الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء

على الرغم من أن الوسائل التي تمت الإشارة إليها في الفصل السابق قد حققت بعض النجاحات المذهلة، فدائمًا ما كان يبدو أن الكثير من هذه النظم الخاصة بالذكاء الاصطناعي يختلف تمامًا عن أي نظم مماثلة في العالم الطبيعي. خلال تاريخ الذكاء الاصطناعي، كان هناك الكثير من المحاولات المختلفة لإيجاد مصدر الإلهام في الأساس البيولوجي للذكاء. إن الاستكشافات الخاصة بالطريقة التي ظهر من خلالها الذكاء في هذه الحياة قد أثمرت عن نتائج أخرى على الدرجة نفسها من الإثارة والأهمية كالنتائج التي تناولها الفصل السابق ولكن في اتجاه مختلف تمامًا.

وجدير بالذكر أن العلاقة بين علم الأحياء والذكاء الاصطناعي هي علاقة متبادلة: فعلم الأحياء يتخذ من أبحاث الذكاء الاصطناعي مصدراً للإلهام والتعلم. وهكذا، فسنحاول في هذا الفصل إلقاء الضوء على الطريقة التي من خلالها ساهم الذكاء الاصطناعي في تمكين علماء الأحياء من استكشاف مادة البحث الخاصة بهم بطرق جديدة ومثيرة.

جدير بالذكر أيضًا أن الذكاء الاصطناعي ككل يعد مجالاً ثريًا بالمفردات الاصطلاحية الخاصة به، وأن الذكاء الاصطناعي الذي اتخذ من علم الأحياء مصدراً للإلهام والمعرفة قد آثر عدم استخدام اللغة

الاصطلاحية الخاصة بالبحث والمعرفة التي سبق وأن أشرنا إليها من قبل. وبدلاً من ذلك، فقد قام مع الأسف بسلب العلوم الحيوية من أجل استخدام مصطلحات تبدو أكثر قربًا من العالم الطبيعي. وما زاد الأمر سوءاً أن بعض المفاهيم التي أطلق عليها أسماء بيولوجية هي المفاهيم نفسها التي تعرضنا لها من قبل، ولكن يتم وصفها بلغة اصطلاحية مختلفة.

محاكاة المخ البشري

الشبكات العصبية

تعد الشبكات العصبية الاصطناعية من ضمن أنواع برامج الكمبيوتر المستوحاة بشكل مباشر من خلال ما نعرفه عن الطريقة التي يعمل بها مخ الإنسان وكذلك الحيوان. لا بد من مراعاة الدقة البالغة عند تناول هذا الأمر. فمن الخطأ القول إن الشبكات العصبية الاصطناعية "تشبه المخ"، على الرغم من أنها، من الناحية الظاهرية، تشبه المخ أكثر من برامج الكمبيوتر العادية. أولاً وقبل كل شيء، ينبغي أن نؤكد على أنه بالرغم من التقدم الهائل لعلم الأعصاب خلال الخمسة عشر عامًا الأخيرة، فإننا لا نفهم بصورة كاملة الكيفية التي تعمل بها مجرد خلية عصبية واحدة. بل إنه يصعب علينا أن نكون على درجة كافية من الوضوح بشأن قيام تلك الأعداد الهائلة من الأعصاب الموجودة في مخ الإنسان والحيوان بتدعيم أي نوع من التفكير. ثانيًا، توجد الكثير من الاختلافات بين الشبكات العصبية الاصطناعية وبين المخ. من أهم هذه الاختلافات أن المخ مغمور داخل مزيج معقد ومتغير من المواد الكيميائية التي تؤثر بصورة مستمرة

على أدائه. ومن أجل تحقيق الدقة البالغة عند تناول هذا الأمر، يتعين تذكير القارئ بأن كلمتي التدريب والتعليم تستخدمان على نطاق واسع في هذا المجال، وسيكون من الخطأ الاعتقاد بأنهما تحملان المعاني نفسها التي تحملاها عند استخدامهما حال الحديث عن تعليم البشر.

معالجة الكمبيوتر للمعلومات

حتى نفهم السبب وراء اتخاذ باحثي الذكاء الاصطناعي للمخ كمصدر للإلهام المباشر، لا بد من دراسة أوجه الاختلاف بين المخ والكمبيوتر بشيء من التفصيل. تعد أجهزة الكمبيوتر الحديثة على وجه الحصر أدوات إليكترونية رقمية. لا تعني كلمة "رقمي" هنا أن هذه الأجهزة تقوم بالعد على أصابعها مثلما قد يعتقد عند التفكير في الكلمة بصورة حرفية، بل إنها تعني أن هذه الأجهزة تقوم بتمثيل المعلومات في شكل أرقام. في الواقع، إن الرقمين الوحيدين اللذين يتم استخدامهما في هذه الأجهزة هما الواحد والصفر، ولكن من الناحية العملية، يمثل هذان الرقمان مقداراً كبيراً. يمكن تمثيل جميع الأرقام باستخدام سلسلة طويلة من الرقمين صفر وواحد، كما يمكن تمثيل أي شيء يقبل القياس بهذه الطريقة.

حتى نعي هذا الأمر بمزيد من الوضوح، دعنا نفكر - عزيزي القارئ - في التخزين الرقمي للموسيقى. تمثل الموسيقى نمطًا معقداً من النغمات والضربات وجميع أنواع الأصوات المرتفعة والمنخفضة. وعلى الرغم من ذلك، فإذا قمنا بقياس الإشارة الموسيقية بصورة

دقيقة ولعدة مرات في الثانية الواحدة، فسوف يمكن تمثيل هذا النمط المعقد بأكمله في صورة لا تزيد عن مجرد كونها سلسلة متصلة من رقمي الصفر والواحد. إذا قمت بنسخ هذه السلسلة على "سي دي" ثم وضعتها داخل مشغل الـ "سي دي"، فسوف تتم إعادة إنتاج المقطوعة الموسيقية الأصلية بكل ما تشتمل عليه من تعقيدات. يقوم مشغل الـ "سي دي" بقراءة النمط الذي تم تخزينه في صورة رقمي الصفر والواحد من الـ "سي دي" كمجموعة مكتملة من التعليمات التي تمكنه من إعادة إنتاج المقطوعة الموسيقية مرة أخرى.

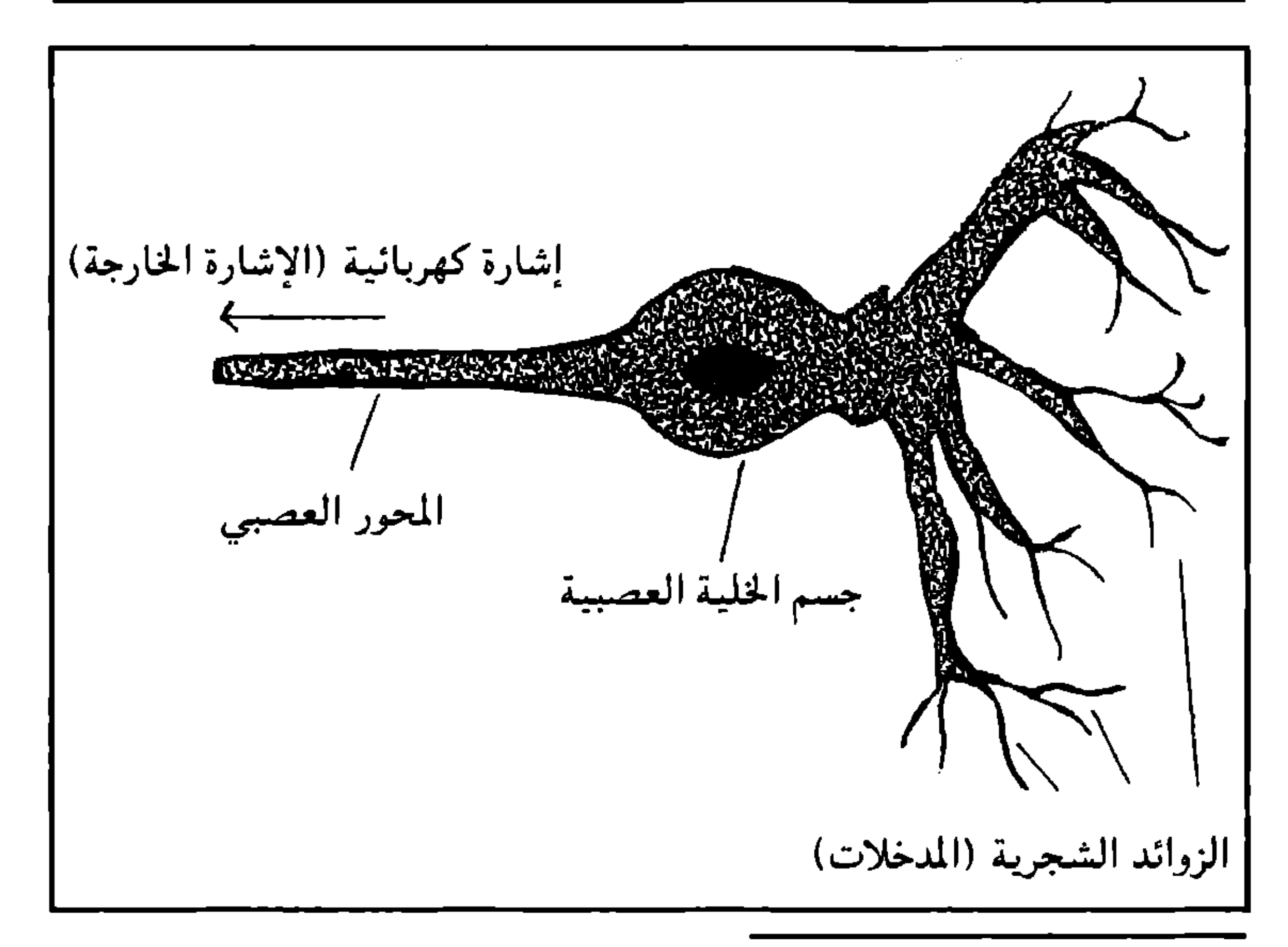
تتشابه برامج الكمبيوتر الحديثة مع تلك الموسيقى الموجودة على الـ "سي دي" تمامًا - حيث تتكون هذه البرامج من سلسلة من رقمي الصفر والواحد تمثل التعليمات التي تملي على الكمبيوتر ما يقوم به بدقة. وكما يحدث في حالة الموسيقى، فإن تحويل هذه السلسلة إلى عناصر أكثر تشويقًا يمثل عملية طويلة تتسم بالرتابة. ولكن لحسن الحظ، فإن الجزء الصعب من هذه العملية قد تم بالفعل. فعلى سبيل المثال، يقوم برنامج معالج الكلمات الذي أستخدمه بإعطاء قيمة عددية لكل ضغطة على المفاتيح، مع التحقق من الأرقام في المسجلات المختلفة (كالمسجل الذي يمثل عدد الحروف الموجودة في هذا السطر بالفعل). عادةً ما يقوم هذا البرنامج بإرسال رقم آخر إلى ذلك الجزء من الكمبيوتر الذي يتولى التعامل مع ما يظهر على الشاشة، الذي يقوم بدوره بوضع هذا الحرف في مكانه الصحيح على الشاشة. ومن ضمن الأسباب الرئيسية لنجاح هذه العملية بصورة معتادة أن الإليكترونيات تتميز بسرعتها الفائقة، مما يؤدي إلى استغراق تلك العملية بالكامل جزءاً بالغ الصغر من الثانية.

إن عمل جميع أجهزة الكمبيوتر الرقمية يتضمن مثل هذا النمط من أرقام الصفر والواحد. يتم تمثيل هذا النمط في صورة مفاتيح تبديل بين وضعي التشغيل أو الإيقاف. يتم إدخال البيانات في شكل سلسلة من أرقام الصفر والواحد ثم يتم تخزينها في الذاكرة في مجموعة تضم آلاف أو ملايين مفاتيح التبديل التي يتم ضبطها إما على وضع التشغيل أو الإيقاف. يتم معالجة هذه البيانات من خلال وحدة المعالجة المركزية، وكل ما تقوم به هذه الوحدة هو فحص سلسلة من أرقام الصفر والواحد وضبط مفاتيح التبديل المختلفة الأخرى إما على التشغيل أو الإيقاف. عندما تنتهي تلك العملية، فإن سلسلة النواتج المكونة من أرقام الصفر والواحد تتحول إلى شيء أكثر تشويقًا، كالصور أو الكلمات التي تظهر على الشاشة أو الموسيقى التي تصدر عن السماعات. وحيث إن وحدة المعالجة المركزية تتعامل مع كل جزئية من هذه العملية، فلا بد من أن تكون فائقة السرعة. عندما يوصف أحد أجهزة الكمبيوتر الحديثة بأن به معالجًا سعة ٢ جيجا هيرتز، دل ذلك على أن سرعة تنفيذ العمليات بوحدة المعالجة المركزية تبلغ ألفي مليون عملية كل ثانية. لتوضيح الأمر بطريقة أخرى، إذا قامت وحدة المعالجة المركزية بأداء عملية واحدة كل ثانية، فسوف يستغرق الأمر أكثر من ٦٣ عامًا حتى تقوم بأداء ما تقوم به في الثانية الواحدة. على الرغم من أن طريقة عمل أجهزة الكمبيوتر الرقمية تتسم بالتعقيد والرتابة، فإنه يتم التعويض عن ذلك من خلال سرعتها الفائقة.

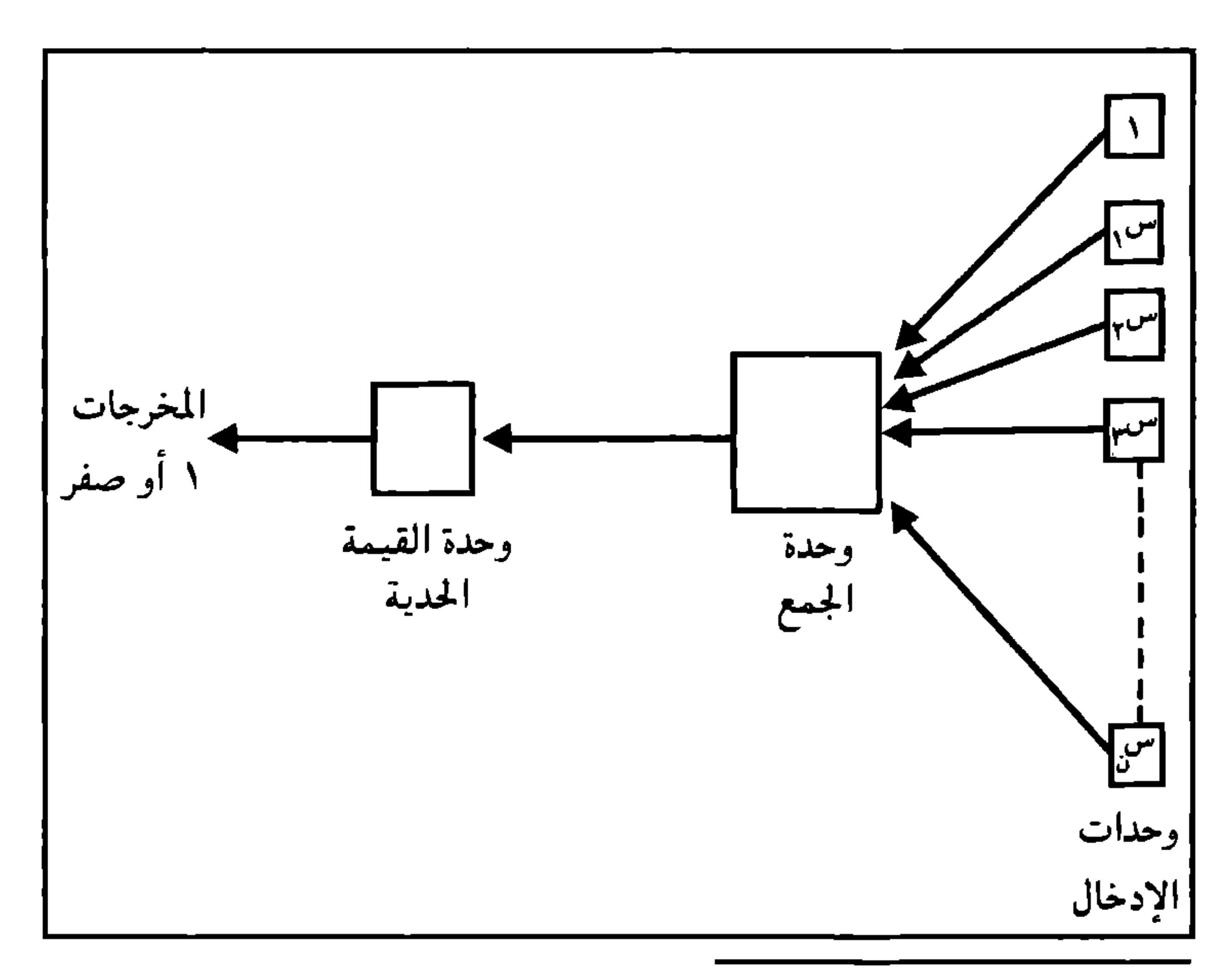
معالجة المعلومات على غرار طريقة عمل المخ

لقد عرفنا منذ زمن طويل - طوال تاريخ الذكاء الاصطناعي - أن المخ لا يشبه مثل هذه الأجهزة على الإطلاق. أولاً، تشبه الخلية العصبية (إحدى خلايا المخ) إلى حد كبير إحدى آلات الجمع. يوجد بكل خلية من الخلايا العصبية عدد كبير من الوصلات (عادةً ما يتراوح بين ٥٠٠٠ و ٢٠٠٠٠) التي تربطها بالخلايا العصبية الأخرى. تقوم الخلية العصبية بجمع المقدار الكلي للنشاط المبذول على كل تلك الوصلات، وعندما يتجاوز مستوى معينًا، تقوم الخلية العصبية بإصدار إشارة خارجة. وتعد هذه الإشارة في حد ذاتها مُدخلاً للعديد من الخلايا العصبية الأخرى المتصلة بهذه الخلية، كما أنها تشكل جزءاً من النشاط المدخل الذي تقوم هذه الخلايا بجمعه بدورها، والذي قد يتسبب بدوره في إصدار إشارات خارجة إذا تجاوز قيمة الحد وهكذا.

ثانيًا، لا يوجد نظير لوحدة المعالجة المركزية في المخ. فبدلاً من فحص كل أرقام الواحد أو الصفر تباعًا، فإن طبيعة المخ المترابط أجزاؤه ببعضها البعض إلى حد كبير تعني أن هناك أنماطًا دوارة ثابتة من الخلايا العصبية تُصدر إشارات خارجة وتؤثر على العديد من الخلايا العصبية الأخرى المرتبطة بها. لذا، فإن ما يحدث بالفعل داخل المخ البشري على هذا المستوى الفيزيائي هو سلسلة من مجموعة أنماط بالغة التعقيد من الخلايا العصبية التي تقوم بإصدار إشارات خارجة. وجدير بالملاحظة هنا أن المخ البشري يحتوي على ما يقرب من مائة مليار خلية عصبية. ترتبط معظم هذه الخلايا مع غيرها من الخلايا العصبية الأخرى. لا بد للذكاء الاصطناعي أن يعمل على أعداد أقل بكثير من الأعداد المذكورة سابقًا لدرجة تجعل عقد المقارنات في الوقت الحالي سابقًا لأوانه إلى حد ما.



الشكل (٣-١): الخلية العصبية



الشكل (٣-٢): "البيرسيبترون"

يعد "البيرسيبترون" واحداً من المحاولات المبكرة التي أجريت من أجل تصميم جهاز كمبيوتر يمكنه العمل على نحو أشبه بالطريقة التي يعمل بها المخ. ويعد "البيرسيبترون"، الموضح في الشكل (٣-٢)، نظيراً كهربائيًا لتلك الصورة البسيطة من الخلية العصبية الموضحة في الشكل (٣-١). من الناحية التقنية، يعرف "البيرسيبترون" بأنه أداة تبديل حدية. يشتمل ذلك الجهاز على عدد من خطوط الإدخال التي يقوم الجهاز بتجميعها معًا، كما يشتمل أيضًا على قيمة حدية. إذا كان ناتج عملية الجمع يفوق القيمة الحدية، فسوف يقوم "البيرسيبترون" بإخراج الرقم ١. أما إذا كان الناتج أقل من القيمة الحدية، فلن يصدر الجهاز أية إشارة (أي أنه سيقوم بإخراج صفر). من السهل نسبيًا برمجة "البيرسيبترون" (غالبًا ما تستخدم كلمة "تدريب" بدلاً من برمجة في هذا الصدد). يتم إعطاء كل خط من خطوط الإدخال وزنًا ما. ومن أجل فهم أفضل لطريقة حدوث ذلك، يمكن تصور أن هناك ضابطًا لمستوى شدة الصوت على كل مدخل من المدخلات. إذا قام "البيرسيبترون" بإطلاق إشارة خارجة في وقت لا نريد فيه ذلك، يمكن تقليل الأوزان على المدخلات النشطة (بمعنى خفض شدة الصوت) إلى أن يقوم "البيرسيبترون" بإطلاق إشارة خارجة على نمط المدخلات الذي نهتم به فقط. على الجانب الآخر، إذا لم يصدر "البيرسيبترون" إشارة خارجة في وقت نريد فيه القيام بذلك، يتم خفض ضابط شدة الصوت على المدخلات النشطة (أي تزداد أوزان المدخلات) إلى أن يقوم "البيرسيبترون" بالعمل على نحو صحيح. بعبارة أخرى، سوف

يستجيب "البيرسيبترون" (من خلال إطلاق الإشارات الخارجة) فقط لنمط معين من المدخلات يتمثل في النمط الذي نود أن يستجيب له "البيرسيبترون".

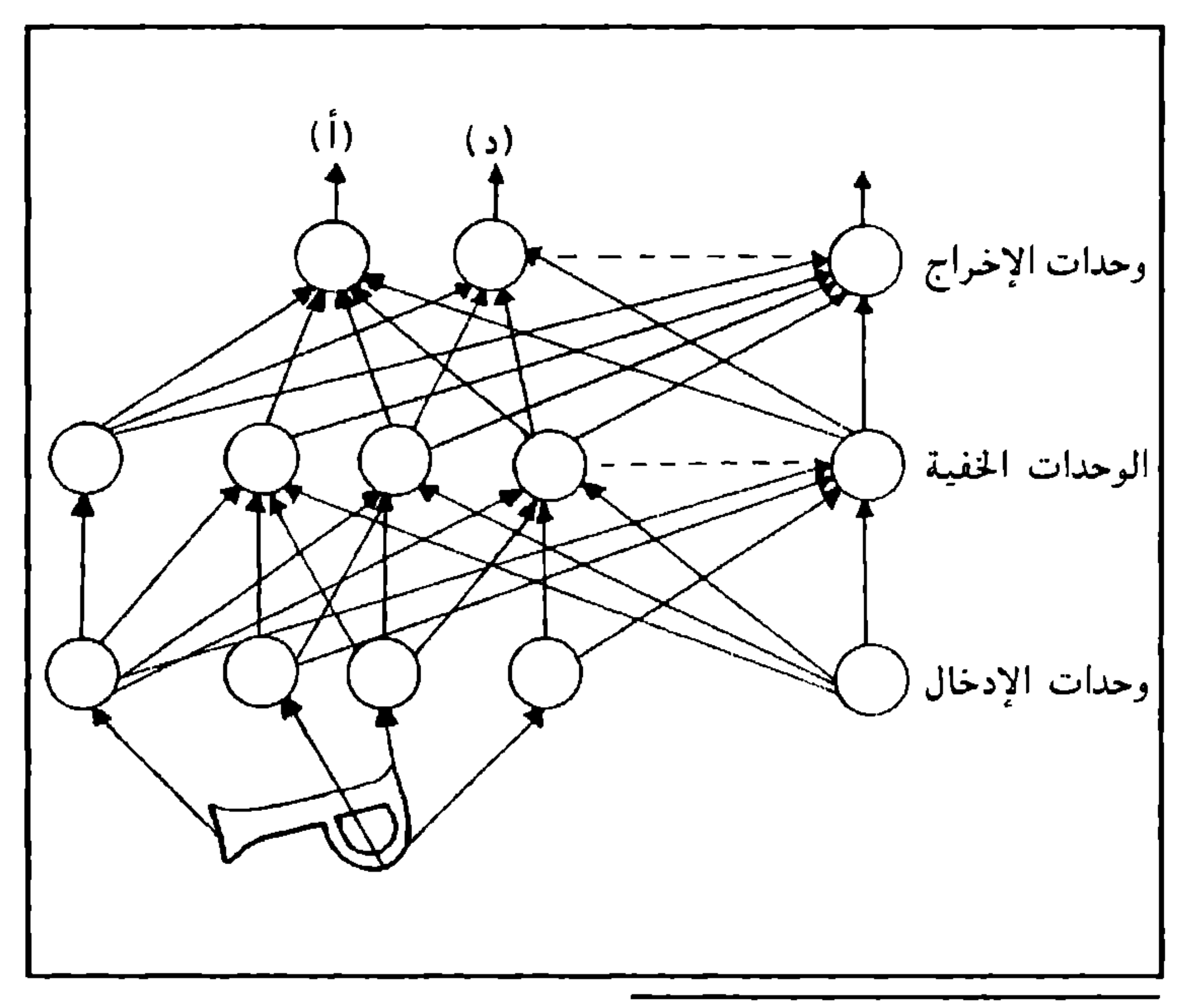
لسوء الحظ، لا يمكن وصف "البيرسيبترون"، على الرغم من سهولة تدريبه، بالفاعلية كما هو الحال في أجهزة الكمبيوتر. ولقد أشير إلى هذا الأمر بقوة عام ١٩٦٩ من جانب اثنين من الخبراء في مجال الذكاء الاصطناعي هما "مارفين منسكي" و"سيمور بابرت"، مما أدى إلى تحول اهتمام الباحثين بعيداً عن هذا المجال لأكثر من عقد من الزمان. في منتصف الثمانينيات من القرن العشرين، تجدد الاهتمام بذلك المجال مرةً أخرى، وابتكر الباحثون طرقًا لتدريب شبكات كبيرة من أجهزة "البيرسيبترون" وأجهزة أخرى مشابهة.

إن المشكلة الخاصة باستخدام طريقة ضبط الأوزان (أو تعديل ضابط شدة الصوت) والتي يتم الحديث عنها حينما يكون هناك أكثر من "بيرسيبترون" تتمثل في أننا لا نستطيع تحديد الوصلة المراد ضبطها على العكس من وجود "بيرسيبترون" واحد. تتصل جميع أجهزة "البيرسيبترون" معًا، كما أنها تؤثر على بعضها البعض، لذا لا توجد طريقة يسيرة لتحديد الوزن المراد ضبطه.

يكمن الحل الأمثل لهذه المشكلة فيما يعرف باسم خوارزمية "الانتشار الخلفي". حتى نعي كيفية عمل هذه الخوارزمية، علينا أن نتخيل وجود إحدى الشبكات التي تضم ثلاث طبقات من أدوات

التبديل الحدية (يمكن استخدام أجهزة "البيرسيبترون" في ذلك). تمثل الطبقة الأولى طبقة المدخلات والثانية طبقة خفية، أما الطبقة الثالثة، فهي طبقة المخرجات. ترتبط كل أداة تبديل حدية (المعروفة عادةً بالعقدة) في الطبقة الخفية بكل أداة في طبقة المدخلات (الدخل). وكل عقدة في طبقة المخرجات (الخرج) مرتبطة بكل عقدة في الطبقة الخفية. إن الاسم التقني لهذه الشبكة هو "الشبكة العصبية متعددة الطبقات ذات التغذية الأمامية".

يمكن تدريب هذا النوع من الشبكات من خلال تمرير إشارة من عقد الدخل عبر العقد الخفية إلى عقد الخرج. وكما هو الحال بالنسبة لجهاز "البيرسيبترون" الواحد، فإن التدريب سيتكون من الحصول على المخرجات المطلوبة من عقد الخرج. يتم تمثيل الفروق بين المخرجات التي نريدها والمخرجات التي نحصل عليها في صورة أخطاء داخل عقد الخرج. يتم انتشار هذه الأخطاء للخلف عبر الشبكة حتى يمكن تغيير الأوزان النشطة المختلفة. إن ما يحدث الآن هو أننا نقوم بالعبث وإهدار الوقت في التعامل مع عدد كبير من ضوابط شدة الصوت التي تتفاعل مع بعضها البعض بطريقة معقدة. بعد عدد من التمريرات الأمامية والخلفية، يتم ضبط الأوزان بشكل تدريجي حتى يمكن للشبكة بالكامل أن تعمل بالطريقة المرغوب فيها تقريبًا. وتعد خوارزمية الانتشار الخلفي السابقة طريقة فعالة لتدريب الشبكات العصبية الاصطناعية، غير أنها تتسم بالبطء.



الشكل (٣-٣): الشبكات العصبية

لا يمكن اعتبار أن الوصف السابق يشمل جميع الشبكات العصبية الاصطناعية. فهناك عدد هائل من الأنواع المختلفة من الشبكات المستخدمة في الذكاء الاصطناعي. وتتم إضافة العديد من هذه الشبكات إلى القواعد المذكورة سابقًا من خلال احتوائها على درجات متفاوتة من العشوائية في طريقة عملها. قد يكون هذا الأمر ذا فائدة، على سبيل المثال، في منع الشبكة من الانتقال بسرعة شديدة إلى حل فوري، ومساعدتها في الاستقرار عند حل أكثر عمومية. تعمل الشبكات الأخرى على تبسيط الأمر قليلاً من خلال استخدام العقد التي توصف بأنها مفاتيح تبديل ثنائية بسيطة (بمعنى أنه يمكن ضبطها على وضعي التشغيل أو الإيقاف) بدلاً من

أدوات التبديل الحدية (والتي تتبدل عند نقطة ما على مقياس مستمر). لا ينبغي النظر إلى ذلك الأمر على أنه عودة إلى استخدام الكمبيوتر بشكل تقليدي، بل إنه يمثل قراراً بالاعتماد بشكل فردي على الطبيعة شديدة التداخل للشبكات في صياغة سلوكها المثير للاهتمام.

على الرغم من أن الأنواع المختلفة من الشبكات تختلف عن بعضها البعض في كثير من التفاصيل، كما أن مواطن القوة والضعف بها تختلف من نوع لآخر، فإن المبادئ الأساسية لعمل هذه الشبكات قد تمت الإشارة إليها فيما سبق. بالطبع، ما زال العمل يتقدم في هذا المجال، وما زالت هناك أبحاث تجرى حول أنواع جديدة من الشبكات. وكما أشرنا في الفصل الأول، فإن أفضل طريقة لاستكشاف خواص الشبكات العصبية الاصطناعية تكون من خلال تصميم هذه الشبكات ومحاولة استخدامها في حل مجموعة من المشكلات المختلفة.

على الرغم مما سبق ذكره، هناك نقطة أخيرة ينبغي التنويه إليها. تعمل جميع الشبكات العصبية الاصطناعية تقريبًا كمحاكاة على أجهزة الكمبيوتر الرقمية التقليدية. قد يبدو هذا الأمر خاطئًا ومحيراً بعض الشيء، لا سيما وأن هذه الشبكات تمثل إدراكًا لحقيقة مهمة وهي أن المخ يختلف تمامًا عن أجهزة الكمبيوتر الرقمية. لا بد أن نتذكر أن الكمبيوتر يعمل في هذه الحالة كما لو كان مختبراً. ومثلما أشرنا في مقدمة هذا الفصل، فإن السرعة والمرونة اللتين تتمتع بهما أجهزة الكمبيوتر الرقمية تمكناها من تصميم ودراسة أفكار كهذه. ينبغي أن نعي أيضًا أن العناصر التي يتم تمثيلها وتجربتها لا يتعين بالضرورة أن تكون عناصر حسابية.

في الوقت الحاضر، يعول خبراء الأرصاد الجوية على أساليب المحاكاة لأنظمة الطقس باستخدام أجهزة الكمبيوتر الكبيرة والمعقدة حتى يمكنهم التنبؤ بالأحوال الجوية. بالطبع، لا يمكن وصف أنظمة الطقس بأنها حسابية بالمعنى الذي أشرنا إليه. وفي الواقع، تتشابه هذه الأنظمة إلى حد كبير مع المخ. فكما أن المخ به أنماط دوارة ثابتة من الخلايا العصبية التي تصدر إشارات خارجة، فإنه يمكن تشبيه الجو بمحيط مليء بالأنماط الدوارة من حرارة وضغط. يعتبر التنبؤ بهذه الأنماط الجوية أمراً صعبًا للغاية؛ ومع هذا، فإن نماذج الكمبيوتر تساعد كثيراً في هذا الصدد.

يجب النظر إلى الأبحاث الخاصة بالشبكة العصبية الاصطناعية على أنها متماثلة بصورة أساسية. تقوم جميع أجهزة الكمبيوتر بتوفير المختبر اللازم للعمل والذي يكون عبارة عن أسلوب محاكاة ثري يمكننا من إدراك بعض خواص الأشياء، كالطقس على سبيل المثال، على نحو دقيق يكفي للقيام بوضع التنبؤات الجوية.

ينبغي بعد الإشارة لذلك التشابه بين طريقة عمل أساليب المحاكاة وعمل المخ أن نشير إلى بعض القيود الخاصة بذلك التشابه. إنه لمن المبكر للغاية أن نطلق على الشبكات العصبية الاصطناعية أنها محاكاة للمخ. فحتى مع مقارنتها بأبسط الأنواع كما في الحيوانات، نجد أن هذه الشبكات العصبية الاصطناعية صغيرة وبسيطة وذات بعد واحد فقط. على سبيل المثال، لقد أشرنا إلى أن الخلية العصبية تشبه إلى حد ما آلة الجمع. وفي الواقع، قد تكون الخلية العصبية أكثر شبهًا بجهاز الكمبيوتر مع وجود فترات زمنية

فاصلة بين إصدار الإشارات الخارجة تعمل كشكل من أشكال الذاكرة. هناك حاجة لإجراء المزيد من الأبحاث حول الخلايا العصبية البيولوجية قبل التفكير في محاكاتها بدقة بهذه الطرق أو بغيرها.

بناءً على ما سبق، ليس هناك ما يدعو إلى الاستمرار في مقارنة الشبكات العصبية الاصطناعية بالمخ البشري. يعد المخ البشري من أكثر الأشياء تعقيداً في هذا الكون على الإطلاق، حيث إن التركيب المعقد للمخ البشري يفوق بكثير التركيب المعقد للذرات الموجودة في الكون بأكمله. إن التنبؤ بالطقس لأيام قليلة أمر بالغ الصعوبة. وعليه، فإن التنبؤ بالأنماط الموجودة داخل العقل البشري ولو لجزء من الثانية لا يمكن دراسته على نحو واقعي بأية وسيلة تكنولوجية تعتمد على عملية التوقع.

دور الشبكات العصبية الاصطناعية

إن فهم الفكرة التي تقوم عليها الشبكة العصبية يختلف تمامًا عن فهم كيفية عمل هذه الشبكة كأحد أنواع أجهزة الكمبيوتر. وقد نستمد أفضل تشبيه يساعدنا على فهم ذلك من علم الفيزياء. يمكنك أن تتخيل الشبكة على أنها تشكل سطح منضدة يتأثر شكلها بتكون عدد من الانحناءات خلال عملية التعلم. عند وضع كرة في مكان ما على المنضدة، سوف تتدحرج هذه الكرة حتى تصل إلى أقرب انحناءة من نقطة بدايتها. بعبارة أخرى، تضم الشبكة بأكملها عدداً من الأوضاع تكون فيها ثابتة، وعندما يتم تزويدها بمُدخل جديد، سوف يتجه ذلك المُدخل إلى أقرب وضع ثابت، والاسم التقني لذلك الوضع هو الارتخاء (Relaxation). عندما يتم هذا الأمر

بصورة صحيحة تماماً، سيعمل هذا النوع من الشبكات كأحد أنواع آليات التصنيف، حيث يتم تدريب الشبكة على تصنيف عدد من الأمثلة النمطية. وعندما يتم تزويد هذه الشبكة بمثال جديد، فإنها ترتخي إلى الوضع الذي يمثل النمط الأكثر قرباً من هذا المثال الجديد. وتعد هذه العملية من التصنيف واحدة من التطبيقات الأساسية للشبكات العصبية.

ثمة مهمة توضح الفكرة السابقة على نحو جيد، ألا وهي تمييز الأحرف المكتوبة بخط اليد. إن الباركود الملحق بمعظم المنتجات في الوقت الحالي يسهل التعرف عليه باستخدام الكمبيوتر. وفي الواقع، يعد الباركود مجرد شكل آخر من أشكال الإشارة الرقمية، فهو عبارة عن مجموعة من الخطوط السميكة والرفيعة التي تمثل سلسلة من الأرقام، وأحياناً، من الحروف. (من المستحيل أن نكون أكثر تحديداً من ذلك، حيث إن هناك العديد من النظم المختلفة عند وضع الباركود.)

في الوقت الحاضر، نادراً ما يقوم الأفراد بكتابة الباركود، وحتى إذا قاموا بذلك، فلن يتمكنوا من تحقيق النوع نفسه من الاتساق الذي يميز الوسائل الآلية. فالكتابة اليدوية لا تتصف بالدقة المتناهية أو النمطية. ومع ذلك، فلقد استمر بنو البشر في التواصل عن طريق الأحرف المكتوبة لقرون عديدة. وبعد أن تعرفنا على كيفية تمييز أحد الحروف عن غيره، يمكننا أن ندرك بسهولة الاختلافات البسيطة التي تطرأ على كل حرف من هذه الأحرف. إننا بالقطع لا نحتاج إلى أن تكون جميع الحروف المكتوبة متشابهة تماماً. فبعد فترة وجيزة، سوف نتمكن من تمييز جميع الحروف بما في ذلك الحروف التي

كتبت على نحو سيئ للغاية. في بعض الأحيان، لا نكون على يقين ما إذا كان الحرف المكتوب أمامنا هو "a" أم "d" على سبيل المثال. ولكن حتى نصل إلى تلك المرحلة، فإننا نواجه مشكلة بسيطة في قراءة الأحرف المكتوبة يدويًا.

لا تتسم أجهزة الكمبيوتر بالبراعة في هذا الصدد. فغالبًا ما تحتاج إلى مدخلات واضحة ومتسقة حتى تتمكن من قراءتها - ومن هنا كان استخدام الباركود. إذا حاولنا استخدام الطرق التقليدية في التعامل مع الكمبيوتر من أجل تمكينه من قراءة الكتابة اليدوية، فسيتعين علينا تحديد شكل كل حرف كمجموعة من النقاط على شبكة ما. بعدها، سيكون البرنامج في حاجة إلى حساب مدى التقارب بين الحرف الذي يتم مسحه ضوئيًا ونموذج الحرف الذي سبق تحديده باستخدام هذه النقاط. بالطبع، سيتم التجاوز عن الاختلافات في حجم الحروف ووضعها. كذلك، ينبغي أن يقوم البرنامج بمجموعة من العمليات الحسابية المعقدة والطويلة حتى يغطي جميع الزوايا المختلفة التي يمكن النظر من خلالها إلى الحرف. وحتى بعد القيام بذلك، فسيحتاج البرنامج إلى قواعد دقيقة تحدد بوضوح ما إذا كان الحرف المكتوب أكثر شبهًا بحرف "a" أم "d"، وهكذا بالنسبة لجميع الاحتمالات المختلفة. لا تتسم هذه العملية بالتعقيد والطول فحسب، بل اتضح أنها غير فعالة أيضًا. إن الاختلاف بين الأحرف المكتوبة يمثل صعوبة كبيرة بالنسبة لمثل هذه الوسائل، الأمر الذي يفسر سبب استخدام الباركود، ويفسر كذلك أهمية اتباع صيغة موحدة عند طباعة الأرقام التي يقرؤها الكمبيوتر.

إذا أردنا أن تقوم أجهزة الكمبيوتر بقراءة أشياء متنوعة وغير دقيقة، مثل الكتابة اليدوية، فقد تبدو الشبكات العصبية الاصطناعية السبيل الفعال للقيام بذلك. يمكننا، على سبيل المثال، تدريب شبكة عصبية على تمييز ٢٦ حرفًا صغيراً من الأبجدية اللاتينية. تتضمن هذه العملية من التدريب تقديم بعض الأمثلة النموذجية أو العادية للـ ٢٦ حرفًا المكتوبة يدويًا على هيئة مدخلات، ثم ضبط الأوزان حتى نحصل على المخرجات الصحيحة. نظراً لأننا نريد من هذه الشبكة العصبية تصنيف الحروف الأبجدية، فإن التصميم الجيد سينتج عنه ٢٦ مُخرجًا يقوم واحد منها فقط بإصدار إشارة خارجة. وبعد انتهاء عملية التدريب، سيكون هناك ٢٦ وضعًا ثابتًا. وعند إدخال حرف جديد، ستقوم الشبكة بالارتخاء على الوضع الذي يتوافق مع الحرف النمطي الأقرب للحرف الذي تم إدخاله. إن ما يحدث هنا هو أحد أشكال التصنيف الذي لا يتعين علينا فيه تحديد قواعد تفصيلية لما يمكن أن يجعل الحرف الذي يتم إدخاله أكثر شبهًا بالحرف "a" من الحرف "d". توجد القواعد الخاصة بعملية التصنيف داخل الشبكة، ولكن بالطبع، ليس بصورة واضحة. إننا لا يمكن أن ننظر إلى الشبكة أو جهاز الكمبيوتر الذي تعمل عليه ثم نستخلص قاعدة محددة للتمييز بين حروف "a" وحروف "d". إن ما نعرفه يتمثل في أن البرنامج جيد بعض الشيء في القيام بهذا الأمر.

التعليم غير المراقب

إن المثال الخاص بتدريب إحدى الشبكات العصبية الاصطناعية للتعرف على الحروف المكتوبة يدويًا والمشار إليه سابقًا يعرف من

الناحية التقنية باسم "التعليم المراقب". يشمل التعليم المراقب جميع الحالات التي نكون فيها على علم سابق بالأنماط المعينة التي نود أن تتعلمها الشبكة، وتتضمن عملية التدريب الربط بين أداء الشبكة والتعرف على تلك الأنماط. لقد استعنت حتى الآن بأمثلة قمنا خلالها بتزويد الشبكة بصورة نمطية واحدة، أو غالبًا مجموعة من الصور النمطية. توجد كذلك فئة أخرى من التطبيقات التي يتم إجراؤها على الشبكات العصبية والتي تعد أكثر إثارة مما أشرنا إليه. ومن الناحية التقنية، يطلق على ذلك الأمر اسم "التعليم غير المراقب"، ويشتمل على تلك الحالات التي لا نكون على علم فيها بالنمط، إذا كان هناك نمط من الأساس، وتتمثل مهمة الشبكة في إيجاد هذا النمط.

قد يبدو ذلك الأمر كما لو كان استخدامًا غامضًا للتقنيات المعقدة الخاصة باستخدام الكمبيوتر، لكنه في واقع الأمر واحد من المجالات ذات التطبيقات العديدة والمهمة للغاية. ومن ضمن التطبيقات الخاصة بالتعليم غير المراقب عملية تنقيب البيانات التي أشرنا إليها في الفصل السابق. تقدم مجموعة برامج تنقيب البيانات لمستخدميها نوعًا واحداً على الأقل من الشبكات العصبية، وغالبًا ما تتضمن هذه البرامج العديد من الشبكات. إذا تم تمرير قاعدة بيانات كبيرة وغير منظمة من الناحية الظاهرية عبر الشبكة العصبية، فسيبدو الأمر كما لو كان كشفًا عن الأنماط أو مجموعات من البيانات.

توجد بعض السمات المهمة للغاية لهذا الأسلوب في التعليم في مجال الذكاء الاصطناعي. أولاً، يقدم ذلك الأسلوب وسيلة لتصنيف

العناصر غير المرتبة والتي يصعب، أو حتى يستحيل، تعريفها بدقة. ولقد وجد أن هناك الكثير من مثل هذه العناصر في العالم الواقعي. إن الأصوات التي يطلقها البشر حال حديثهم لا تكون واضحة بما يكفي، شأنها في ذلك شأن الكتابة اليدوية التي يقومون بها. إن التعرف على العالم المرئي وتفسيره من خلال العين المجردة أو باستخدام الكاميرا يتشابه كثيراً مع تصنيف الأحرف المكتوبة يدويًا. وبكل تأكيد، سيكون من الصعب للغاية، ما لم يكن مستحيلاً، وضع أية قواعد سريعة ودقيقة تمكن أجهزة الكمبيوتر من الاستجابة للمدخلات المرئية حتى تميز، على سبيل المثال، بين صورة الوجه وبين أصيص النبات.

ثانيًا، نظراً لأن نوع التصنيف الذي تجريه الشبكة العصبية لا يعتمد على قواعد محددة، فإن الاعتماد عليه يزداد عندما تزداد صعوبة الأمور. لسنوات عديدة، سعى الباحثون في مجال الذكاء الاصطناعي نحو إيجاد خاصية تسمى "التدهور التدريجي" في النظم الخاصة بالذكاء الاصطناعي. وتتمثل الفكرة وراء البحث عن تلك الخاصية في أن معظم برامج الكمبيوتر التقليدية إما أن تعمل على نحو فعال أو لا تعمل على الإطلاق. وبالطبع، يمر معظم القراء بهذه التجربة المثيرة للشعور بالإحباط عندما تواجه برامج الكمبيوتر مشكلة حيث تتوقف عن العمل فجأة أو تعمَل على نحو غريب. في مثل هذه المواقف، يفسر المبرمجون هذا الأمر بأن البرنامج قد "انهار" مع تشبيه الأمر بكومة كبيرة للغاية من مجموعة غير ثابتة من العناصر التي بمجرد تمايلها، سوف تسقط على الأرض على نحو يعوزه النظام، وهذا التشبيه قريب مما يحدث بالفعل في هذه البرامج.

من غير المعتاد أن نلاحظ ذلك التدهور يحدث فجأة في عقول الحيوانات. بالطبع، يمكن أن يصاب البشر والحيوانات بالحيرة أو يتوصلوا إلى نتائج خاطئة تمامًا. وعلى الرغم من ذلك، فهم لا ينهارون فجأة مثل برامج الكمبيوتر. حتى في أكثر المواقف صعوبة وتحديًا، غالبًا ما يحاول البشر القيام بشيء ما. يعد تطوير البرامج التي تتصرف بشكل شديد الشبه بالمخ البشري مجالاً رئيسيًا في أبحاث الذكاء الاصطناعي. وهذا هو المقصود بالبحث عن خاصية التدهور التدريجي. تعتبر الشبكات العصبية من أكثر الأساليب الواعدة لتصميم أجهزة كمبيوتر تتم فيها عملية التطور بشكل تدريجي. لا يعد هذا الأمر مفيداً من الناحية التقنية فحسب، بل إنه له آثار مهمة على طبيعة فهمنا للطرق التي قد يعمل من خلالها مخ الحيوانات.

نظراً لأن الشبكة العصبية بأكملها تشترك في تخزين أية معلومة، فإنها تستجيب لأي تلف أو تدهور على نحو يوحي بالدهشة البالغة. على سبيل المثال، إذا أردنا تدريب إحدى الشبكات على تمييز الحروف الأبجدية بالطريقة التي أشرنا إليها، فقد نتمكن في النهاية من الحصول على أداء يمكن الاعتماد عليه في التعرف على الحروف المكتوبة يدويًا. إذا أزلنا بعد ذلك عقدتين من العقد الموجودة في الشبكة، فلن تفشل الشبكة بالكامل أو تنهار كما يحدث مع برامج الكمبيوتر التقليدية. كما أنها لن تتمكن من التعرف على ٢٤ حرفًا فقط من ضمن ٢٦ حرفًا تم تدريبها عليها من قبل. وبدلاً من ذلك، سوف يتراجع أداء الشبكة بطريقة مختلفة

تمامًا. سوف تظل قادرة على تصنيف الـ ٢٦ حرفًا بالكامل، ولكن بكيفية أقل دقة بعض الشيء من الكيفية السابقة. ربما تقل دقة الشبكة في إجراء التصنيف الصحيح من ٩٠٪ إلى ٨٠٪. لا يعد ذلك الأمر مثالاً للتدهور التدريجي فحسب، بل إنه يشبه إلى حد ما التدهور الذي يطرأ على أداء مخ الإنسان أو الحيوان في بعض الأحيان.

لقد توصل بعض الباحثين إلى نتائج تشبه كثيراً الطرق التي يتدهور بها أداء المخ البشري. يمكن تصميم الشبكات العصبية الاصطناعية بحيث يتدهور أداؤها بطرق تشبه إلى حد بعيد الأمراض أو الإصابات العصبية البشرية لدرجة أنها قد تصبح أداة بحث متعارف عليها في مجال الطب فيما يتعلق بالمخ البشري.

العلاقة بين الشبكات العصبية الاصطناعية والذكاء

إذا كانت الشبكات العصبية على هذه الدرجة من الفاعلية والإثارة والشبه بالذكاء البشري، فقد تتساءل عن السبب وراء عدم تصميم شبكة عصبية اصطناعية هائلة يتم اتخاذها كسبيل لحل جميع المشكلات الخاصة بالذكاء الاصطناعي. لسوء الحظ، وكما هو الحال في كثير من فروع الذكاء الاصطناعي، يتضح أن الأشياء تكون أشد صعوبة عند محاولة تعميم سبيل واعد من البحث. توجد الكثير من المشكلات الجادة تتعلق بفكرة الحصول على الذكاء ببساطة من خلال بناء شبكة عصبية هائلة. إن النجاحات التي استعرضناها في الفصل السابق تعد حلولاً بسيطة لمشكلات محدودة نوعًا ما. تزداد الأمور صعوبة عند محاولة تجاوز هذا الحد من المشكلات.

أولاً وقبل كل شيء، يصعب تدريب الشبكة على أداء الكثير من المهام المختلفة. ويتمثل الوضع النموذجي في تدريب شبكة صغيرة نسبيًا للتعامل مع إحدى المشكلات البسيطة نسبيًا. والأهم من ذلك أن تكون المشكلة محددة بدقة. إن الشبكات التي أشرنا إليها حتى الآن تتسم باستخدام برامج بسيطة. وكلما ابتعدنا عن استخدام هذا النوع من الشبكات، صارت عملية التدريب أكثر صعوبة وتغيراً. وربما نكون قد تمكنا حتى الآن من تدريب الشبكات العصبية الاصطناعية على التعامل مع المشكلات المحددة والبسيطة إلى حد ما. وحتى وقتنا الحالي، لم يتضح بعد كيفية القيام بتدريب إحدى الشبكات العصبية الاصطناعية على التعامل مع العالم الواقعي أو أية مجموعة من المشكلات المتفرعة وغير المحددة.

قد يشعر بعض القراء الآن بأن عدم القدرة على التنبؤ بما قد يحدث في المستقبل لا يمثل مشكلة. جدير بالذكر أننا نتحدث عن التدريب وليس البرمجة وأننا نتوقع أن تتصرف الشبكات العصبية بشكل أكثر شبهًا بالمخ وليس بأجهزة الكمبيوتر. وبعد أن تعرفنا على فائدة الشبكات في عملية التعليم غير المراقب، قد يبدو أننا لا نحتاج بالفعل إلى القلق بشأن حجم المشكلة وما إذا كان قابلاً للتعامل معه وبشأن إمكانية التنبؤ بعملية التدريب. ولكن الأمر ليس كذلك، إننا نحتاج بالفعل إلى أن تكون المشكلة معرفة ومحددة جيداً ويمكن التعامل معها وذلك حتى تؤتي عملية التدريب الثمار المرجوة من ورائها. ربما تساعدنا تلك الأسطورة التي تحكي عن الذكاء الاصطناعي في توضيح هذا الأمر.

تدور القصة حول فريق بحث كان يقوم بتدريب شبكة عصبية للتعرف على صور تضم عدداً من الدبابات. وللقيام بذلك، عرض فريق الباحثين على الشبكة مجموعتين من الصور التدريبية. تضم المجموعة الأولى صوراً تحتوي على دبابة واحدة على الأقل في مكان ما في الصورة، بينما لا تحتوي المجموعة الثانية من الصور على أية دبابات. وقد كان لا بد من تدريب الشبكة على التمييز بين مجموعتي الصور. وفي النهاية، وبعد القيام بعملية الانتشار الخلفي، استطاعت الشبكة إخراج النتيجة الصحيحة والتمييز بين الصور التي تشتمل على إحدى الدبابات والتي لا تشتمل على أي منها. حتى عندما كان يظهر جزء صغير من البندقية من وراء أحد الكثبان الرملية في الصورة، كانت الشبكة تستدل بذلك على وجود الدبابة في الصورة. بعد ذلك، قام فريق الباحثين بعرض صورة أخرى على الشبكة حيث لم يكن أي جزء ظاهر من الدبابة - مع إخفاء الدبابة بالكامل خلف الكثبان الرملية - وكانت النتيجة أن صرح البرنامج بوجود الدبابة في الصورة المعروضة عليه.

والآن، عندما يحدث مثل هذا الأمر، يميل الباحثون إلى الانشقاق لمجموعتين تبعًا لاختلاف السن. فيرى الباحثون من الشباب أن ذلك يعد إنجازاً مبهراً وأنهم في طريقهم للفوز بجائزة "نوبل"، بينما يشك الباحثون من كبار السن في وجود خطأ ما في الأمر. وغالبًا ما تكون المجموعة الثانية على حق نظراً لما يتمتعون به من خبرات سابقة.

إن مـا حـدث هو أن الصـور التي كـانت تضم دبابات قـد تم التقاطها في الصباح عندما كانت الدبابات معروضة في الميدان. وبعد الظهيرة، عاد المصور والتقط صوراً من الزوايا نفسها في الميدان الخالي. لذلك، قامت الشبكة العصبية بتحديد السمة الوحيدة التي يمكنها الاعتماد عليها لتصنيف مجموعتي الصور، ألا وهي زاوية الظل. وعلى ذلك، فإن فترة الصباح تعني وجود دبابة، أما فترة المساء فتشير إلى عدم وجود دبابة. وقد كانت تلك الطريقة فعالة للغاية في تصنيف مجموعتي الصور. أما الأمر الذي لم يكن متوفراً بالقطع، فهو وجود برنامج يمكنه التعرف على الدبابات. تتمثل الميزة الكبرى للشبكات العصبية في أنها تكتشف معايير التصنيف بنفسها. بينما تكمن المشكلة الكبرى في أن تلك المعايير قد لا تكون المعايير التي نريدها.

ثانيًا، هناك مشكلات تتعلق بحجم الشبكة العصبية نفسها. يتسم المخ البشري بكبر حجمه بحيث يضم ما بين مائة إلى مائتي مليار خلية عصبية. إن الشبكات التي تقترب حتى من واحد على ألف من هذا الحجم بعيدة تمامًا عن التقنيات الحديثة في الوقت الحالي. يحتاج الأمر إلى أجهزة كمبيوتر شديدة الفاعلية وبعض الافتراضات البسيطة حتى يمكن الاقتراب فحسب من عدد الخلايا العصبية في أبسط الكائنات الحية مثل كائن "بزاق البحر" الموجود في ولاية كاليفورنيا والذي يضم حوالي من عشرين إلى أربعين ألف خلية عصبية، ولا يزال هذا الرقم يمثل شبكة كبيرة جداً بالنسبة للذكاء الاصطناعي.

لا يمكن اعتبار صعوبة تصميم (أو محاكاة) مثل هذه الشبكة الكبيرة سببًا فيما يطرأ من مشكلات. فالمشكلات الخاصة بتدريب شبكة كبيرة لا تزداد ببساطة بزيادة حجم هذه الشبكة. إن خوارزمية الانتشار الخلفي، التي سبقت الإشارة إليها، ذات أثر فعال في التدريب، غير أنها بطيئة للغاية. وكلما زاد عدد العقد في الشبكة وزاد مستوى التداخل بينها، صارت الخوارزمية أكثر بطئًا. تتفاعل هذه الصعوبات بدورها مع الحاجة إلى وجود مشكلة يمكن توقعها والتحكم فيها حتى يتم تدريب الشبكة على كيفية التعامل معها.

هناك مشكلة أشد صعوبة تتعلق بالحجم، ألا وهي الحاجة إلى التوفيق بين حجم الشبكة وحجم المهمة التي يتم تدريب الشبكة على أدائها. لا تعد تلك المشكلة على الدرجة نفسها من الوضوح مثل المشكلات التي ذكرناها من قبل، ولكن يسهل فهمها إلى حد ما. إذا قمنا بتدريب شبكة ما على تمييز عشرة مدخلات، وكان لدى هذه الشبكة عشر عقد خفية، حينئذٍ يمكن لكل عقدة خفية أن تعمل كجزء من الذاكرة التقليدية في الكمبيوتر الرقمي. دون وجود اختلاف في المدخلات، فإن ما قد يحدث سيكون مماثلاً للطرق التقليدية لاستخدام الكمبيوتر. سوف تعمل هذه الشبكة ببساطة كما لو كانت جدولاً للبحث، ولن تقوم بأي تعميم. بإيجاز، سوف تعمل الشبكة تقريبًا كبرنامج تقليدي داخل أحد أجهزة الكمبيوتر الرقمية، ولن تضم أي من تلك الخصائص المثيرة للدهشة والتي تمت الإشارة إليها في الجزء السابق. لن يكون هناك ما يضمن أن تقوم الشبكة بتوزيع أي من عناصرها. وتزداد خطورة هذه المشكلة مع الشبكات الكبيرة للغاية والتي يتم تدريبها على مشكلات غاية في البساطة.

على الرغم مما أشرنا إليه، يبدو أن مشكلتي حجم المشكلة وحجم الشبكة قابلتان للحل. وما زال العمل جاريًا على حل هذه المشكلات والصعوبات المتعلقة بها، ولكن حتى هذه اللحظة، تحول هذه المشكلات كثيراً دون زيادة نسبة النجاحات المبدئية للشبكات العصبية الاصطناعية. وقد اقترح الباحثون أنه بدلاً من وجود شبكة عصبية كبيرة واحدة، فإن عدداً من الشبكات الأصغر قد يكون ملائمًا. فعلى سبيل المثال، تشير الحالة الراهنة لما وصلت إليه قواعد المعرفة في علم وظائف الأعصاب إلى أن المخ البشري يحتوي على حوالي مائة شبكة يمكن تمييزها على نحو مستقل على الرغم من التداخل الشديد فيما بينها.

إن ما تقدمه الشبكات العصبية الاصطناعية لنا يمثل لمحة مثيرة حول كيفية عمل جزء من الذكاء البيولوجي. وقد يكون هناك المزيد من الأشياء التي ستتكشف لنا فيما بعد. تعد الشبكات العصبية الاصطناعية واحدة من أدوات النمذجة الفعالة، ومن المحتمل أنها ستطرح عدداً من النظريات المهمة حول كيفية عمل مخ الكائن الحي وذلك خلال العقود القليلة القادمة. ومرةً أخرى، تواجهنا تلك المفارقة الغريبة التي تحدث مع الذكاء الاصطناعي حيث إنه لم ينجح في تحقيق عدد من أهدافه المحددة، ولكنه توصل إلى نتائج توجيهية إلى حد كبير تخص فروعًا أخرى من العلوم. وسوف يتناول الفصل الأخير هذا الموضوع بمزيد من التفصيل.

الخوارزميات الجينية

تعد "الحوسبة التطورية" أحد مجالات الذكاء الاصطناعي التي تأخذ المبادئ الرئيسية للتطور وتطبقها في شكل أحد برامج الكمبيوتر. وبدلاً من أن يضطر المبرمج إلى وضع حل للمشكلة داخل

البرنامج، فإن البرنامج يقوم بتطوير حل لتلك المشكلة. وحتى نعي كيف يمكن لهذا الأمر أن يتم، سوف ندرس بمزيد من التفصيل المبادئ الأساسية للتطور والتي أشرنا إليها في بداية هذه الفقرة.

لقد أظهر علم الأحياء الجيني الحديث أن التطور يحدث فقط من خلال انتخاب الجينات وإعادة دمجها مرة أخرى. وتتشابه هذه الجينات مع كود الكمبيوتر في أنها تضم معلومات مهمة حول طبيعة أحد الكائنات الحية. إن التكاثر، وخصوصًا التكاثر الجنسي، يسمح بفرصة اتحاد الجينات المناسبة. نادراً ما يتم وصف التطور على نحو جيد في المؤلفات العلمية. ومع هذا، فإنني على يقين من أن الأسلاف - سواء أكانوا من البشر أم الحيوانات أم النباتات - قد تمكنوا من الحياة لمدة زمنية كافية من أجل القيام بعملية التكاثر.

يمكن للأنواع المناسبة من برامج الكمبيوتر محاكاة ذلك الأمر بصورة فعالة. يمكن تمثيل الجينات باستخدام أجزاء من أكواد الكمبيوتر. وكما سنرى فيما بعد، يمكن محاكاة عمليتي الانتخاب والتكاثر باستخدام أجهزة الكمبيوتر أيضًا. إننا لا نبالغ في الأمر إذا أشرنا إلى إمكانية تطوير تلك البرامج حلولاً للمشكلات، فذلك هو ما يحدث بالفعل. ومع هذا، علينا أن نتذكر ما أشرنا إليه في بداية هذا الفصل من اقتباس الذكاء الاصطناعي لبعض المصطلحات الخاصة بالعلوم الحيوية حتى تبدو أقرب لعالمنا الواقعي.

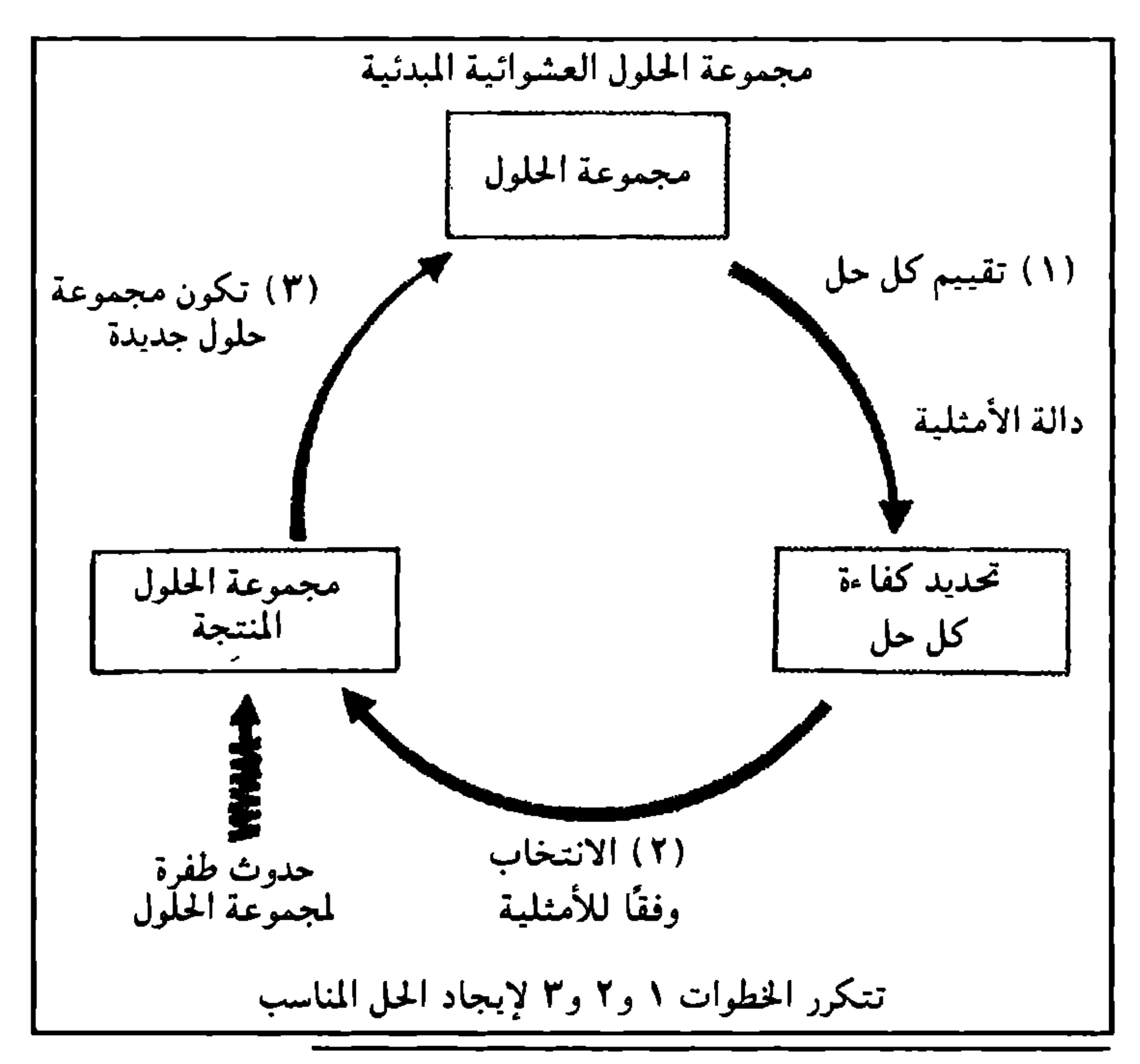
تعتبر الخوارزمية الجينية أحد أشكال الحوسبة التطورية، وسوف نتحدث عنها بالتفصيل فيما يلي. تعمل الخوارزمية الجينية بأسلوب شديد الشبه بالتطور البيولوجي. ويطلق على العامل الرئيسي الذي يمكن من خلاله تحويل أية مشكلة إلى مشكلة أخرى يمكن حلها

باستخدام الخوارزمية الجينية اسم "دالة الأمثلية". إذا تمكنا من وصف المشكلة، أيًا كان نوعها، في ضوء أحد المعايير الخاصة بمدى ملاءمة أي حل من الحلول المتوفرة، فقد يصبح تطوير حل لهذه المشكلة أمراً ممكنًا من حيث المبدأ. في الواقع، يعد هذا الأسلوب أسلوبًا تجريبيًا آخر من النوع الذي أشرنا إليه في الفصل السابق. يمكن أن يستخدم المبرمج خاصية (أو مجموعة من الخواص) المتعلقة بالمشكلة لتوجيه عملية التطور. وطبقًا لمصطلحات الكمبيوتر، فإن ذلك أسلوب يمكننا من ترتيب جميع الحلول المحتملة بدءاً من الحلول غير المجدية ووصولاً إلى الحلول المثالية. إذا كان ذلك الترتيب ممكنًا، فسوف تتمكن الخوارزمية حينئذٍ، على الأقل من حيث المبدأ، من تطوير حل للمشكلة.

يقوم الكمبيوتر بإعداد مجموعة من الحلول المقترحة للمشكلة. في هذه المرحلة الابتدائية، سوف تتسم هذه المجموعة من الحلول بالعشوائية التامة. (حتى يمكن تبسيط هذه العمليات الرياضية، سوف نفترض أن عدد الحلول يبلغ مائة حل.) يتم ترتيب الحلول المائة المقترحة باستخدام دالة الأمثلية. على الرغم من أن هذه الحلول قد تم الحصول عليها بطريقة عشوائية تمامًا، فمن الممكن ترتيبها ابتداء من الأول وحتى المائة. وبالطبع، فإن الحل الأول في هذا الترتيب لن يكون حلاً لتلك المشكلة.

سيقوم البرنامج الآن باتباع الانتخاب الطبيعي عن طريق الاستغناء عن الخمسين حلاً الواقعة أدنى تلك المجموعة من الحلول، ويتم استبدالها بمجموعات مؤلفة من الخمسين حلاً الواقعة أعلى هذه المجموعة على نحو مستوحى من عملية التكاثر في الكائنات الحية. يتم دمج أجزاء من الأزواج الموجودة داخل أفضل خمسين حلاً في

عملية تعرف بـ "العبور". تعد هذه العملية النظير الحسابي للتكاثر البيولوجي. وعندما يصل عدد مجموعة الحلول إلى المائة مرة أخرى، تتكرر عملية الانتخاب باستخدام دالة الأمثلية. ثم تتكرر عملية العبور، وهكذا يستمر الحال لأجيال عديدة. في النهاية، سوف يتركز البرنامج حول حل مناسب للمشكلة - بافتراض أن هناك حلاً واحداً على الأقل، وأن دالة الأمثلية يمكنها توجيه عملية الانتخاب نحو الوصول إلى ذلك الحل. يصعب معرفة عدد الأجيال المطلوبة لهذه العملية، فالأمر برمته يعتمد على حجم المشكلة وطبيعتها - ولكن بالنسبة للمشاكل البسيطة إلى حد ما، قد يصل عدد الأجيال إلى بضع مئات فحسب.



الشكل (٣-٤): الخطوات ١ و٢ و٣ في الخوارزمية الجينية

تطبيق آخر للخوارزميات الجينية

قد يشعر بعض القراء الذين يميلون إلى توجيه النقد أن الخوارزميات الجينية لا علاقة لها بالتطور وأنها تعتمد بشكل رئيسي على قدرة أجهزة الكمبيوتر على إجراء العمليات الحسابية على نحو فائق السرعة. وكما هو الحال مع عملية البحث ولعب الشطرنج والمعرفة الخبيرة، فإن الوضع بعيد تمامًا عن ذلك النقد. فثمة الكثير من المهام التي تقوم بها الخوارزميات الجينية غير التعامل مع العمليات الحسابية المعقدة. وقد يسهم الشرح التفصيلي التالي لأحد الأمثلة الأدبية في تفنيد ذلك النقد.

لقد قيل إنه إذا جلس عدد كبير من القردة على عدد كبير من الآلات الكاتبة، فإنهم في النهاية سيقومون بكتابة جميع أعمال "شكسبير". إنني أعتقد أن عدد الأعمال التي ألفها "شكسبير" يفوق قدرتي على الحساب ولذا، فسوف أكتفي باقتباس إحدى العبارات التي وردت في أحد أعماله. يمكننا إجراء عملية حسابية دقيقة لإيجاد عدد المرات العشوائية التي سيتم الضغط فيها على لوحة المفاتيح لكتابة تلك العبارة. سنفترض أن العبارة التي نعمل عليها تتكون من ٢٨ حرفًا (بما في ذلك المسافات الفاصلة بين الكلمات). وإذا نظرنا إلى أحرف الطباعة الصغيرة، فسنجد ٢٧ حرفًا على لوحة المفاتيح (بما في ذلك مسطرة المسافات) للاختيار من بينها. إذا قام القرد أو الكمبيوتر بالضغط على لوحة المفاتيح بصورة عشوائية، فإن فرص كتابة هذه العبارة ستصل إلى: $(\frac{١}{٢٧})^{٢٨}$ وهو ما يساوي تقريبًا واحد في $١٠^{٤٠}$ أو ما يعادل واحد في عشرة آلاف في ثلاثة

مليارات. في الواقع، تعد هذه الاحتمالات ضعيفة للغاية، ويمكننا أن نفترض أنها لن تتحقق على الإطلاق. وعلى الرغم من ذلك، يمكن للخوارزمية الجينية أن تقلل عدد هذه الاحتمالات بشكل كبير وأن تقوم بكتابة هذه العبارة عن طريق تطبيق الانتخاب الطبيعي خلال بضعة ثوان.

كيف يتسنى لنا أن نضع برنامجًا لكتابة هذه العبارة؟ سوف تبدأ الخوارزمية الجينية عملها من موضع عشوائي، وكما أشرنا من قبل، فإن فرصة أن يكون ذلك الموضع العشوائي هو الذي يؤدي إلى كتابة العبارة بصورة صحيحة ضئيلة جداً لدرجة أننا نتجاهلها. وعلى الرغم من ذلك، يمكننا إضافة دالة الأمثلية. ودالة الأمثلية المناسبة لهذه المهمة ستكون رقمًا يجمع مدى قرب كل حرف من الحرف المطلوب كتابته. تذكر أن دالة الأمثلية لا بد أن تسمح للكمبيوتر بترتيب جميع العبارات المقترحة ابتداءً من العبارات العشوائية تمامًا وحتى العبارات الصحيحة. إذا استطاع الكمبيوتر أن يحسب مدى بعد كل حرف عن الحرف (أو المسافة) الذي يجب أن يكتب في ذلك الموضع ثم يجري عملية الجمع، فإن العبارة ذات المجموع الأقل هي الأفضل من بين جميع العبارات (أو أكثر هذه العبارات جدوى).

بعد ذلك، يقوم البرنامج بمحاكاة عملية التطور. لنفترض أن حجم مجموعة العبارات يبلغ ١٠٠ عبارة. سوف يقوم البرنامج بترتيبها تبعًا لدالة الأمثلية مع الاستغناء عن الخمسين عبارة الواقعة أدنى الترتيب. يمكن بعد ذلك إجراء عملية دمج بين الخمسين عبارة الواقعة في أعلى الترتيب في عملية تحاكي عملية التكاثر. وفي

تلك الحالة، يتم اختيار زوج من الخمسين عبارة التي تم انتقاؤها، ثم يتم تقسيم هذا الزوج عند نقطة ما (لنقل إن هذه النقطة هي الحرف الرابع عشر من كل عبارة) ثم يتم دمج النصف الأول من العبارة الأولى مع النصف الثاني من العبارة الثانية (والعكس صحيح بالنسبة للجزأين الباقيين). سيتكون لدينا الآن عبارتان جديدتان (أو نسل جديد)، وعندما تكتمل هذه العملية، سيكون لدينا مجموعة جديدة مكونة من مائة عبارة. تقوم معظم الخوارزميات الجينية بإضافة قدر ضئيل من التغيير العشوائي حتى تحول دون الاستقرار على حلول معينة دون غيرها. وهنا، يكفي تغيير حرف واحد بصورة عشوائية لكل جيل. يتم تكرار العملية السابقة مع الاستمرار في حدوث الارتقاء حتى يتم الوصول إلى العبارة الصحيحة.

إذا كنت تعتقد أن الخوارزمية الجينية هي مجرد برنامج بحث آخر - من النوع الذي أشرنا إليه في الفصل الثاني لكنها تحمل العديد من المسميات المستخدمة في علم الأحياء - فأنت على حق في ذلك. تعد الخوارزميات الجينية برامج بحث شديدة الفاعلية، نظراً لأنها تفكر في عدد من الحلول المقترحة بصورة متوازية كما أنها لا تستغني عن الحلول الجزئية.

وبعيداً عن كون ذلك التطور تطوراً نظريًا ومقصوراً على فئة محدودة من المتخصصين، فإن الحوسبة التطورية قد أثبتت فائدتها في التطبيقات الهندسية والتجارية. من أهم السمات التي تتميز بها الخوارزميات الجينية أنها تبدأ من نقطة عشوائية. ويعني ذلك أنها تستطيع تطوير حلول جديدة تمامًا في حين يميل المهندسون إلى دراسة

الحلول التي تم التوصل إليها من قبل. من المزايا الأخرى التي تتسم بها الخوارزميات الجينية أن الحلول التي تطورها تكون شديدة الفاعلية. عند اكتشاف حل لإحدى المشكلات الهندسية باستخدام خوارزمية جينية، فغالبًا ما تتواصل إمكانية استخدام هذا الحل حتى مع تغير بعض الأمور.

ثمة العديد من المجالات التي استخدمت التقنيات المعتمدة على الخوارزميات الجينية بصورة ناجحة مثل تصميم أجنحة الطائرات وابتكار خدمات مالية جديدة وتصميم الدوائر الإليكترونية. أثبتت الخوارزميات الجينية نفسها أيضًا كأداة فعالة في تقنية تنقيب البيانات وتطبيقات التعرف على الأنماط وهو ما أشرنا إليه في الفصل السابق. وكما هو الحال دائمًا مع التقنيات الخاصة بالذكاء الاصطناعي الأخرى التي أشرنا إليها حتى الآن، فإننا نتلمس الفوائد الحقيقية لتلك التقنيات في مجالات أخرى غير مجال الذكاء الاصطناعي بعينه.

إمكانية تطوير الذكاء

قد تتساءل - عزيزي القارئ - عن السبب وراء عدم استخدام الخوارزميات الجينية كطريق مختصر في الحصول على الذكاء الاصطناعي الذي يتطلع إليه الجميع طالما أنها سهلة البرمجة وتؤدي عملها على ذلك النحو من الفاعلية. إن الإثارة التي تتولد عن الحوسبة التطورية لا تخفى على أحد. إننا نعلم أن التطور قد أدى إلى وجود الذكاء. وفي الواقع، يعد التطور هو الشيء الوحيد الذي أدى إلى وجود ذكاء فعال وذي هدف عام. فلم لا ندع الخوارزمية

الجينية تعمل على أجهزة كمبيوتر كبيرة حتى يتكون ذلك الذكاء مرة أخرى؟ ومرةً أخرى، نقول إن الإجابة تكمن في حقيقة أن هذا الفرع من الذكاء الاصطناعي يمكنه تحقيق نجاحات مبهرة خاصة به دون طرح حلول عامة.

في واقع الأمر، إن تلك الإثارة التي تسببها الخوارزميات الجينية يشوبها بعض الإبهام. فعلى الرغم من أن التطور قد أثمر عن وجود ذكاء ذي هدف عام، فإن ذلك ليس هو المحور الذي يدور حوله التطور. فدائمًا ما تحاول عمليات التطور تجنب إنتاج ذكاء ذي هدف عام. وكثيراً ما تفضل المشكلة المحددة ذات الهدف الواحد. وينبع هذا الأمر من طبيعة التطور نفسه.

جدير بالذكر أننا قد نكون مخطئين إذا ما اعتقدنا مقدار ما يتمتع به الكائن الحي من ذكاء قد يؤثر على قدرته فيما يتعلق بالتكيف مع الظروف البيئية المحيطة. فعلى سبيل المثال، إذا تغيرت الظروف المناخية - كحدوث ندرة في وجود المياه نتيجة ارتفاع درجة حرارة الكون، فإن قدرة النباتات التي تحتفظ بمعظم أجزائها تحت سطح الأرض قد تجعلها من أكثر الكائنات الحية نجاحًا في التكيف مع الوضع الجديد على الرغم من عدم تمتعها بالذكاء على الإطلاق. وهناك أيضًا بعض الأسباب الوجيهة للاعتقاد بأن الذكاء البشري لا يؤثر على قدرة الإنسان على البقاء مطلقًا. سوف نستعرض هذا الأمر بالتفصيل في الفصل التالي.

هناك مشكلة أخرى تتعلق ببرمجة ما هو أبعد من الحالة التي توجد فيها مشكلة واحدة. إن الباحث الذي يقوم ببرمجة الخوارزمية

الجينية قد تكون لديه فكرة مبهمة حول الشيء الذي يرغب في تطويره. وعلى الرغم من ذلك، فإن البرنامج سوف يقوم بتطوير ما تمليه عليه دالة الأمثلية فحسب. بعبارة أخرى، لا تكون الخوارزميات الجينية على الدرجة نفسها من الفاعلية عند التعامل مع المواقف غير المحدودة. ليست لدينا الآن معرفة كافية (في ضوء المصطلحات العلمية) حول الذكاء ذي الهدف العام حتى نتمكن من تقديم دالة أمثلية مناسبة له. غير أن هذا لا يعني أنه ما من فائدة من استخدام الحوسبة التطورية في الذكاء الاصطناعي في المستقبل. فمما لا شك فيه أن ذلك جزء شيق من البحث الحالي، وقد يثمر أيضًا عن الكثير من التطبيقات ذات الفائدة البالغة. ولكن لسوء الحظ، لا يمكن النظر إلى ذلك على أنه الطريق المختصر لتصميم آلة ذكية.

كما هو الحال مع تقنيات الذكاء الاصطناعي الناجحة الأخرى، فإن عدم اعتبار الحوسبة التطورية طريقًا مختصراً لتصميم آلة ذكية لا يقلل من فائدتها. فعبور المحيط الأطلنطي لم يكن الطريق المختصر للوصول إلى الهند (على الرغم من أن هذا الأمر لم يمنع البعض عن محاولة اكتشاف طريق آخر). إن الحوسبة التطورية والشبكات العصبية الاصطناعية من الوسائل التكنولوجية الحديثة نسبيًا والتي اكتشفت الكثير من التطبيقات العملية. ومن المحتمل أن لدى هذه الوسائل التكنولوجية الكثير لتقدمه إلى البشرية.

إن الذكاء الاصطناعي الذي يستمد طريقة عمله من علم الأحياء قد أثمر عن وجود مجموعة متنوعة من البرامج الفعالة في مجالات مختلفة وغير متوقعة. وحتى في هذه المجالات، تعمل هذه البرامج

على غير مرأى من الكثيرين كما هو الحال مع برنامج الجدولة الخاص بمكوك الفضاء، حيث لا نرى سوى الطائرات فحسب. إنه لأمر بالغ الصعوبة أن ندرك أن شكل الأجنحة قد تطور باستخدام خوارزمية جينية، بدلاً من تصميمه بواسطة الإنسان. إن الذكاء الاصطناعي الذي يستمد التقنيات التي يعمل بها من علم الأحياء - كما أشرنا في الجزء السابق - لا ينسب إليه الفضل كاملاً فيما يحققه من نجاحات. فعلى سبيل المثال، لا يمكن لأحد أن يتخيل أن أحدث جيل ظهر من الغسالات يستخدم شبكة عصبية اصطناعية للتحكم في برامج الغسل، ولكن ذلك هو ما يحدث بالفعل. قد لا نكون قادرين حتى الآن على تصميم شيء يشبه المخ الاصطناعي، ولكن المحاولات تكشف عن الكثير. قد تكون هناك القليل من مجالات العلوم التي قد أثمرت عن الكثير من النتائج المفيدة.

الفصل الرابع
التحديات المواجهة للذكاء الاصطناعي

بعد أن استعرضنا النجاحات التي حققها الذكاء الاصطناعي، على المستويين العملي والنظري، حان الوقت لإلقاء نظرة سريعة على الإمكانات الرئيسية للذكاء الاصطناعي في الوقت الحاضر. قبل أن نستعرض تلك الإمكانات، سنقوم بالإشارة أولاً إلى بعض التحديات الكبرى التي تواجه البحث في مجال الذكاء الاصطناعي. وسوف يساعدنا هذا الأمر في تفسير عدد من الأسباب التي أدت إلى بعض الانتقادات التي وجهت للذكاء الاصطناعي ممن يعملون بعيداً عن هذا المجال، كما أنه سيوضح السبب حتى وراء انتقاد من يعملون داخل المجال لبعضهم البعض.

جدير بالذكر أن الذكاء الاصطناعي يمثل أكبر التحديات العلمية التي واجهتها البشرية على الإطلاق. لقد ذكرنا في الفصل الأول أن صعوبة هذا الأمر تجاوزت صعوبة القيام برحلات فضائية دون مبالغة في ذلك. وسيكون من الخطأ الاعتقاد أن مثل هذا البحث الطموح لن يواجه الكثير من الصعوبات والانتقادات. لقد واجه الذكاء الاصطناعي بالفعل ما يكفي من التحديات والانتقادات، غير أن ذلك لم يؤثر على مستوى تقدمه أو يفقد الباحثين فيه ما يتمتعون به من حماسة تجاه تحقيق المزيد.

وجدير بالذكر أيضاً أن أبحاث الذكاء الاصطناعي، على عكس الرحلات الفضائية، لا تتطلب معدات باهظة الثمن أو قيوداً مكانية

على هؤلاء الذين يشتركون فيه. إن المطلب الوحيد الذي يرجى لإجراء أبحاث الذكاء الاصطناعي هو القدرة على التفكير على نحو خلاق ودؤوب في المشكلات بالغة الصعوبة. ولهذا السبب، يتم إجراء أبحاث الذكاء الاصطناعي في العديد من الدول ومن قبل أفراد ذوي خلفيات تختلف تمامًا عن بعضها البعض. عندما أشير في هذا الفصل إلى ما يطلق عليه الباحثون في مجال الذكاء الاصطناعي "مشكلات"، فقد ينظر إليها القراء كما لو كانت ألغازاً يمكنهم القيام بحلها.

إن معظم الانتقادات التي تم توجيهها للذكاء الاصطناعي طوال تاريخه كانت تصدر من أفراد خارج هذا المجال. ودائمًا ما يزعم الفلاسفة على وجه الخصوص أن الذكاء الاصطناعي برمته أو بعضًا منه خاطئ أو يستحيل تحقيقه. سوف نتناول أشهر هذه المزاعم لاحقًا في هذا الفصل. وعلى الرغم من ذلك، فهناك أيضًا بعض المشكلات العملية التي تحتاج إلى دراسة قبل الانتقال إلى المشكلات التي تتسم بطابع فلسفي. إن الفلسفة التي يجب أن نهتم بها هنا ليست عنصراً فنيًا على وجه التحديد - فالاختلافات التي أرغب في مناقشتها تتعلق بالأفكار فحسب.

تباين وجهات النظر بين الباحثين

اعتاد الباحثون في مجال الذكاء الاصطناعي طوال تاريخه على الانقسام إلى مجموعات تعارض بعضها البعض، وفي بعض الأحيان كان الأمر يصل إلى حد المهاترات. والآن، يبدو أن هذا الأمر نزعة طبيعية لدى البشر وهو واحد من الأسباب التي تثير اهتمام الأفراد

بالذكاء الاصطناعي في المقام الأول. عادةً لا يكون هناك سبب للتعقيب على هذا الأمر، على الرغم من أنه كان ولا يزال إحدى العقبات التي تعوق تقدم الذكاء الاصطناعي.

جدير بالذكر أن الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي يقومون بإجراء أبحاثهم في شتى فروع المعرفة البشرية؛ حيث تم تطوير برامج وأجهزة روبوت ذات أنواع عديدة لأداء مختلف المهام التي يقوم بها البشر. يمكن لمثل هذه البرامج والأجهزة كتابة الشعر، رغم أنني لم أتأثر من قبل بالقصائد التي تكتب على هذا النحو. كما يمكنها استكشاف المريخ؛ فقد صار هذا النشاط يعتمد على الروبوت منذ عقود طويلة. علاوةً على ذلك، يمكن استخدام هذه البرامج في إجراء أبحاث حول الآثار التي تحدثها إصابات المخ من خلال محاكاة الشبكات العصبية. يعد هذا الجانب أيضًا من ضمن التطبيقات المهمة للذكاء الاصطناعي.

عندما نتحدث عن ذلك الكم الهائل من المشكلات التي تواجه فروع الذكاء الاصطناعي المختلفة، فلا بد أيضًا من الإشارة إلى أن هناك تطبيقًا واسع النطاق للتقنيات الخاصة بالذكاء الاصطناعي. لقد رأينا كيف يمكن للبحث القائم على الأساليب التجريبية أن يضع أساسًا مناسبًا لحل أنواع معينة من المشكلات وهو ما أدى إلى ظهور برامج ممارسة الألعاب المصنفة عالميًا. لقد رأينا أيضًا كيف يمكن للبرامج التي تستمد طريقة عملها من المخ البشري أن تقوم بحل مختلف المشكلات بطرق تختلف تمامًا عن بعضها البعض. علاوةً على ذلك، فقد اعتمد فريق آخر من الباحثين على تصميم الروبوت

لحل هذه المشكلات. إن هذا التنوع في التقنيات سيكون أكثر فائدة إذا ما تم الربط بينها، غير أن باحثي الذكاء الاصطناعي كافة يميلون إلى استخدام تقنية واحدة فقط من ضمن مجموعة التقنيات المتاحة أمامهم.

والأسوأ من ذلك، أنهم غالبًا ما يقومون بازدراء التقنيات الأخرى. قد ينظر هؤلاء الباحثون إلى غيرهم ممن يستخدمون تقنيات أخرى على أنهم مخطئون أو أنهم لا يسعون إلى تحقيق الغاية ذاتها. هناك الكثير من الأسباب العملية التي تؤدي إلى تلك المشكلة من تباين وجهات النظر بين الباحثين خلال الفترة القصيرة التي ظهر فيها الذكاء الاصطناعي. لذلك، يتنافس الباحثون بضراوة من أجل الحصول على التمويل اللازم لهم. وفي تلك البيئة التي يسيطر عليها طابع التنافس، يحاول كل فرد أن يكون منهجه متميزاً عن غيره من المنافسين.

كذلك، أسهم الباحثون الأكاديميون بقدر كبير في أبحاث الذكاء الاصطناعي في مستهل حياتهم العملية. ونظراً لحداثة ظهور الذكاء الاصطناعي، فإنه يعد واحداً من المجالات التي يمكن فيها للفرد الذي يملك القدرة والإبداع أن يطور فكرة جديدة إلى نموذج فعال دون مساعدة من الآخرين تقريبًا. ولقد أدى هذا الأمر إلى ظهور العديد من البدايات الواعدة، ولكنه ليس السبيل إلى الدمج بين التقنيات المختلفة. وعلى الرغم مما سبق، فإن المشكلات الخاصة بالتنافس من أجل التمويل ومشروعات البحث التي تتم على المدى القصير وفي نطاق محدود ليست قاصرة على مجال الذكاء الاصطناعي فحسب.

فعلوم الأحياء والفيزياء والكيمياء تشترك في المشكلات ذاتها مع اختلاف درجاتها.

إن الأمر الذي ينفرد به الذكاء الاصطناعي هو أن باحثي هذا المجال قد تسببوا في تفاقم المشكلات الناجمة عن تباين وجهات النظر فيما بينهم وما يعقبه من الانقسام إلى مجموعات وذلك عن طريق المبالغة في تعميم ما يتوصلون إليه من نتائج وادعاءات. لقد حدث هذا الأمر، ولا يزال مستمراً، مع جميع المناهج والأساليب التي تطرقنا إليها في الفصلين السابقين. لقد ادعى الباحثون الذين يؤيدون الاعتماد على المناهج القائمة على البحث أن ذلك الأسلوب وحده كان أساسًا للسلوك الذكي في الإنسان والحيوان والآلات. وكما تبنت هذه الفئة من الباحثين الادعاء السابق، فقد فعل غيرهم الأمر نفسه سواء الذين يطبقون التقنيات القائمة على المعرفة أو الذين يدعون إلى استخدام الشبكات العصبية أو الخوارزميات الجينية أو علم الروبوت القائم على السلوك. إنه لدرب من دروب الإغراء أن يزعم أي باحث يتوصل إلى اكتشاف تقنية ناجحة بأنها السبيل الوحيد لكشف ذلك الغموض المحيط بالذكاء.

مما يثير الدهشة أن ذلك الانقسام بين الباحثين يتضح أثره في الحياة الأكاديمية عنه في المجال التجاري؛ حيث يبدو الدمج بين التقنيات المختلفة ممكنًا في المجال التجاري بشكل كبير. فالكثير من البرامج التجارية الناجحة التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي تتضمن مزيجًا من التقنيات المختلفة. ويمكن توضيح ذلك بالإشارة إلى برامج تنقيب البيانات. ففي هذه البرامج، تعمل التحاليل

المعتمدة على البحث والمستوحاة من علم الأحياء والتحاليل الإحصائية جميعها معًا في برنامج واحد. فيمكن لمستخدمي برامج تنقيب البيانات الجمع بين استخدام شبكة عصبية وبين البحث القائم على الأسلوب التجريبي ببساطة من خلال الربط بين الأيقونات التي تظهر أمامهم على سطح المكتب. أما في المجال التجاري، يتأثر اختيار الأفراد للتقنية التي سيعتمدون عليها في العمل بمدى فاعليتها وليس بمدى توافقها مع أفكارهم ومعتقداتهم.

من المشكلات الأخرى التي تواجه الذكاء الاصطناعي أن برامج الذكاء الاصطناعي الناجحة عادةً ما تتطلب مشروعات ضخمة للغاية، ويمكن الاستدلال على ذلك من خلال برنامج الجدولة الخاص بمكوك الفضاء التابع لوكالة "ناسا" والذي أشرنا إليه في الفصل الثاني. لقد استغرق الإعداد لهذا المكوك ثلاث سنوات من الجهود المضنية، كما أن تكلفته تراوحت ما بين مليون ونصف إلى مليوني دولار. ومرةً أخرى نقول إن الحاجة إلى تصميم نظم هائلة ليست قاصرة على الذكاء الاصطناعي وحده. إن استخدام الكمبيوتر بوجه عام لا يزال في مرحلة تطور تتطلب مشروعات كبرى دائمًا. ومع هذا، فليس من السهل إدارة مشروع ضخم خاص باستخدام الكمبيوتر. ويقدر الخبراء في مجال الكمبيوتر حاليًا أن حوالي ٥٠٪ من المشروعات الخاصة بتكنولوجيا المعلومات لا يتم إنجازها حتى النهاية. مما لا شك فيه أن ذلك الأمر يمثل مشكلة خطيرة بالنسبة لأبحاث الذكاء الاصطناعي بما يفوق وصفه بصورة نظرية.

وخلاصة القول إنه يتعين على الذكاء الاصطناعي أن يتعامل مع جميع المشكلات التي تواجه مشروعات الكمبيوتر الكبرى التي لا نزال في حاجة ماسة إلى التعرف على كيفية تنظيمها بنجاح. كما أن عليه أيضًا أن يتعامل مع المشكلات العلمية بوجه عام كمشكلة الانشقاق الدائم بين صفوف الباحثين الذين يتسمون بقدرات بحث هائلة لكنهم مع الأسف يميلون إلى العمل بشكل فردي. فضلاً عن ذلك، فإنه على الذكاء الاصطناعي أن يتعامل مع النقد الموجه له من العاملين خارج المجال والذي غالبًا ما يصل إلى حد العداء. وعلى الرغم من جميع تلك المشكلات التي تعرضنا لها، فلقد تمكن الذكاء الاصطناعي من السير بخطوات ثابتة في طريقه نحو التقدم. وسوف يواصل الجزء التالي من هذا الفصل شرح بعض المشكلات النظرية التي يزداد شيوعها في الذكاء الاصطناعي عن غيره من فروع المعرفة.

تزويد الروبوت بالمعرفة

إذا ما أردنا أن نقدم نظم ذكاء عامة لتمكين الروبوت (أو أية آلة أخرى) من القيام بالمهام الموكلة إليه بصورة مستقلة في بيئة ما، فلا بد أن نتمكن من توفير بعض الوسائل التي يمكن من خلالها تزويد الروبوت بالمعلومات اللازمة عن تلك البيئة. ومع هذا، فإن هذه الفكرة البسيطة تؤدي بصورة مباشرة إلى بعض التحديات الكبرى التي تواجه الذكاء الاصطناعي. إنه لأمر بسيط أن تقوم بتوصيل كاميرا تليفزيونية بجهاز الكمبيوتر، لكن وجد أنه من الصعب للغاية تمكين الكمبيوتر من استخلاص أية معلومات مفيدة من الإشارة الصادرة عن تلك الكاميرا. بالطبع، يستطيع الروبوت

استكشاف البيئة التي يعمل بها من خلال اللمس أو بالاعتماد على الرادار أو السونار أو أي شكل آخر من أشكال الاستشعار، ولكن المشكلات التي سنتعرض لها في هذا الجزء ستكون مشابهة لذلك تمامًا.

في الواقع، هناك مجموعة كاملة من المشكلات المرتبطة بعملية إبصار الكمبيوتر. ومع ذلك، فإننا سنقوم بإلقاء الضوء على واحدة من المشكلات الرئيسية والتي سنطلق عليها اسم مشكلة التعرف على الكائنات أو الأشياء. ترتبط هذه المشكلة بشكل وثيق بمجموعة من المشكلات المماثلة في مجالات الذكاء الاصطناعي الأخرى. فعلى سبيل المثال، قد يكون من المفيد للغاية إذا ما قام نظام الإبصار في الروبوت بمساعدته في التمييز بين التليفون المحمول وجراب النظارة وذلك لكي لا يعطيني التليفون عند طلبي جراب النظارة.

قد يبدو للبعض أن هذه المشكلة بسيطة للغاية، ولكن ثبت أنها بالغة الصعوبة. من أكثر الأساليب وضوحًا لحل هذه المشكلة القيام بتزويد الروبوت بالمعرفة الخاصة بشكل كل من التليفون المحمول وجراب النظارة. وفي الحياة الواقعية، فإن هذا الأسلوب يتجه نحو كونه مستحيلاً، لأن شكل هذه الأشياء يعتمد على إضاءة المكان والزاوية التي ينظر إليها من خلالها وما إذا كان هناك شيء آخر بجوارها وما إلى ذلك. وقد تتضاعف صعوبة تلك المشكلة إذا وضعنا في الاعتبار الأنواع المختلفة للتليفون المحمول والألوان المختلفة لجراب النظارة. وحتى نحرز تقدمًا في حل هذه المشكلة،

غالبًا ما يلجأ باحثو الذكاء الاصطناعي إلى استخلاصها من العالم الحقيقي. يمكن إحراز تقدم في هذه المجموعة من المشكلات في البيئة النمطية التي يمكن التحكم فيها. مما يفسر السبب وراء إمكانية استغلال أجهزة الروبوت على نحو مفيد في خطوط الإنتاج.

تتعلق المشكلة الآن بكيفية تمكين الروبوت من التعامل مع المواقف المتفرقة والتي لا يمكن التوقع بما قد يحدث فيها. ونظراً لأننا نعرف أن المعرفة عامل ذو أثر فعال في حل مشكلات العالم الواقعي، فقد يقترح البعض القيام بإدخال المعرفة الخاصة بالعالم الواقعي إلى الروبوت. ومما يثير الدهشة أن ذلك الاقتراح يواجه بعض الصعوبات، والتي من بينها ما أطلق عليه "مشكلة الإطار المعرفي والحركي". تتعلق هذه المشكلة بشكل أكبر بأساليب الذكاء الاصطناعي المعتمدة على المعرفة، إلا أن الأساليب الأخرى قد تواجه تلك المشكلة أو شيئًا من هذا القبيل.

في الحقيقة، يوجد نوعان مختلفان من مشكلة الإطار المعرفي والحركي، بالإضافة إلى مجموعة من المشكلات المرتبطة بها، غير أنها جميعًا تتعلق بالسؤال التالي: "كيف يمكننا ضمان أن ما يعرفه الروبوت يتوافق مع العالم الواقعي - ولا سيما إذا كان ذلك العالم يتغير يومًا بعد يوم؟" إن كلمة "إطار" في المصطلح السابق تشير إلى الإطارات الموجودة في صور الرسوم المتحركة. يظل كل شيء ثابتًا تقريبًا عند الانتقال من إطار إلى آخر ثم يتغير جزء دقيق للغاية في أحد هذه الرسوم - ولنقل إنه موضع ذراع شخصية "ميكي"، الأمر الذي يعطي انطباعًا وهميًا بوجود حركة عند النظر إلى الصورة

المتحركة. تتعلق هذه المشكلة بالذكاء الاصطناعي، لأنه من الواضح أننا بحاجة إلى تركيز انتباهنا على جزء صغير فحسب من بيئتنا - والذي يمثل الجزء المهم - ولكننا في حاجة كذلك إلى الالتفات إلى الآثار السلبية لذلك الأمر.

كيف ترتبط هذه المشكلة بالذكاء الاصطناعي؟ لنفترض أن روبوتًا ذكيًا عليه أن يتعامل مع بيئة واقعية - ولتكن حجرة المعيشة. حتى يجد الروبوت طريقه دون الاصطدام بأي شيء في الحجرة، سيكون في حاجة إلى معرفة مكان الجدران والأثاث بهذه الحجرة. إذا خرج الروبوت من الحجرة ثم عاد إليها مرةً أخرى، فقد يفترض أن الجدران ما زالت في المكان نفسه، غير أن قطع الأثاث قد تم نقلها إلى مكان آخر. حتى لا يصطدم الروبوت بأي شيء داخل الحجرة، لا بد له من معرفة الأشياء التي يمكن تغيير أماكنها والبحث عنها بطريقة أو بأخرى.

على الجانب الآخر، هناك الكثير من الأشياء الخاصة بحجرة المعيشة والتي لن يحتاج الروبوت إلى معرفتها على الإطلاق. قد تكون قد استعملت هذه الحجرة لسنوات دون حساب مساحتها أو معرفة جهاتها الأصلية. وللتغلب على تلك المشكلة بوجه عام، سنناقش ما يختص بسمات حجرة المعيشة التي قد يحتاج الروبوت إلى معرفتها وتلك التي لا يحتاج إليها.

ويمكن اعتبار المشكلة السابقة إحدى مشكلات التزايد اللانهائي للقيم التي أشرنا إليها في الفصل الثاني. فمن الواضح أنه لا يمكن حصر قائمة الأشياء التي يتعين معرفتها عن حجرة المعيشة. ربما يحتاج الروبوت إلى معرفة لون الجدران، ولكن ماذا عن لون الحجرة

قبل أن يتم إعادة دهنها؟ كذلك، قد يحتاج الروبوت لمعرفة ما إذا كانت حجرة المعيشة أكبر من حجرة النوم أم لا، وهل هي أكبر أو أصغر من حجرة المعيشة الخاصة بشخص آخر؟

ربما تكون قد فكرت في حل واضح لهذه المشكلة. وقد يكمن ذلك الحل فيما أشار إليه الفيلسوف "آندي كلارك" بصدد ضرورة معرفة الأشياء التي تحتاج إلى معرفتها للقيام بإحدى المهام المطلوبة منك. قد يكون ذلك الأمر بمثابة قاعدة ملائمة بالنسبة للروبوت الذي يتعامل مع حجرة المعيشة، غير أنه لا يؤدي إلى حل المشكلة. فمشكلة إدراك الأشياء التي تحتاج إلى معرفتها والتي لا تحتاج إلى معرفتها للقيام بالعمل المطلوب ما هي إلا تكرار للمشكلة الأصلية. إذا قمنا ببرمجة الروبوت لاتباع المبدأ سالف الذكر وقمنا بإعداده لتنظيف حجرة المعيشة، فقد يظل بلا حراك على الرغم من أنه قد قرر بالفعل أنه لا يحتاج إلى معرفة ألوان الجدران التي كانت موجودة قبل اللون الحالي، ولكنه في حاجة إلى معرفة موضع المنضدة وما إلى ذلك. وحيث إنه لا يمكن حصر تلك القائمة، فقد يكون من الأفضل أن تقوم بتنظيف الحجرة بنفسك والاستغناء عن الروبوت.

وحقيقة أنه يمكنك تنظيف الحجرة بنفسك تشير إلى أن مثل هذه المشكلات غير قابلة للحل، بل إنها قد تضم مفارقة شيقة أكثر من صعوبة حقيقية. وعلى الرغم من هذا، فقد يكون ذلك سببًا مهمًا وراء صعوبة زيادة النجاحات التي يحققها الذكاء الاصطناعي حتى نتمكن من إدخال ذكاء عام إلى أحد أجهزة الكمبيوتر أو الروبوت.

قد لا نواجه تلك المشكلة مع بيئات العمل التي تتسم بالمحدودية والتي تضم مجموعة من المشكلات المعروفة. على سبيل المثال، إذا أردنا أن نصمم روبوتًا للعمل على أحد خطوط الإنتاج، فإنه يمكننا افتراض وجود عدد محدود فقط من الأمور التي قد تحدث. قد يكون هذا العدد كبيراً بعض الشيء بالنسبة للبشر، حيث يمكن للكمبيوتر التفكير في آلاف الاحتمالات في الثانية الواحدة. والأمر المهم هنا هو أن هذا العدد سيكون محدوداً. فإذا وقع أمر غريب، يمكن برمجة الروبوت لطلب المساعدة. وفي هذه الحالة، سيكون من الممكن التحكم في عدد الأشياء التي يحتاج الكمبيوتر إلى معرفتها. لسوء الحظ، لا يمكن تسمية ذلك بالذكاء العام. إذا كنا نعني بالعالم الواقعي حجرة المعيشة، فسوف يزداد عدد الأمور التي قد تحدث إلى حد بعيد وقد لا يمكن التحكم فيها. ولاحقًا في هذا الفصل، سوف نعرف السبب وراء اعتقاد بعض الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي بأنهم قد وجدوا طرقًا لتجنب هذه المشكلة.

أوجه النقد الموجهة للذكاء الاصطناعي

من أشهر أنواع النقد التي وجهت للذكاء الاصطناعي ما يطلق عليه تجربة "الحجرة". التي قدمها الفيلسوف "جون سيرل". لا يعترض "سيرل" على فكرة وجود الآلات الذكية في حد ذاتها. ولكنه يعتقد أن الآلة لا يمكن أن يكون لديها وعي ببساطة من خلال تطبيق أحد برامج الكمبيوتر. يصعب تعريف كلمة "الوعي" بدرجة كبيرة،

كما أنها تمثل مصدراً لجدال لا ينتهي. ولحسن حظ، لا يعتمد اعتراض "سيرل" على مثل هذه المفاهيم الغامضة، بل إنه يعتمد بدرجة أكبر على طبيعة برامج الكمبيوتر.

يستند "سيرل" في اعتراضه إلى حقيقة أن برامج الكمبيوتر هي في الأصل خوارزميات. يمكن تعريف الخوارزمية على أنها مجموعة من الخطوات التي تصف بالكامل كيفية تنفيذ إحدى العمليات. ويختلف مسمى هذه الخوارزمية من مجال لآخر، ففي الطهي يطلق عليها "وصفة"، وفي الموسيقى "نوتة"، وهكذا. في علم استخدام الكمبيوتر، يقوم البرنامج بالمهمة نفسها تمامًا. وبناءً على ذلك، يعتقد "سيرل" أن وضع برامج للكمبيوتر لن يتسم على الإطلاق بتلك الدرجة من الدقة التي يتسم بها الفكر البشري.

سبق وأن أشرنا إلى أن برامج الكمبيوتر تعتبر خوارزميات. وأحيانًا، توصف الخوارزمية بأنها "مجردة من الذكاء". على الجانب الآخر، يتميز الفكر البشري ببعض الأمور مثل التمييز والعاطفة والإدراك. وبالطبع، لا يمكن التفكير في اختزال تلك الأمور إلى مجرد الاتباع الأعمى لإحدى الخوارزميات.

لتوضيح هذا الأمر، قام "سيرل" بتقديم تجربته الفكرية التي أشرنا إليها. تخيل أن هناك حجرة مغلقة بها إحدى الفتحات التي يمكن من خلالها إرسال واستقبال بعض الأوراق. وبداخل هذه الحجرة، يجلس "سيرل" إلى جانب مجموعة هائلة من التعليمات المكتوبة باللغة الإنجليزية. يقوم أحد الأشخاص بتمرير قطعة من الورق عليها كتابة غير مفهومة إلى داخل الحجرة. يقوم "سيرل" بالرجوع إلى

كتاب التعليمات الذي يقول إنه إذا تم إدخال ورقة عليها كتابة غير مفهومة إلى الحجرة، فلا بد من تمرير قطعة من الورق عليها كتابة مختلفة ولكنها مرسومة على نحو دقيق إلى خارج الحجرة، وهو ما يقوم به "سيرل". بعد عدة دقائق، تدخل مجموعة أخرى من الأوراق، يبحث "سيرل" عن نسق تلك المجموعة في كتاب التعليمات ثم يُخرج مجموعة أخرى من الأوراق وهكذا.

إن الخطوط غير المفهومة التي يتم إدخالها إلى الحجرة ما هي إلا حروف صينية تمثل أسئلة مطروحة عليه، وذلك دون أن يكون لدى "سيرل" أي علم بذلك على الإطلاق. أما مجموعة الخطوط التي يتم إخراجها من الحجرة، فهي إجابات مناسبة لهذه الأسئلة. يعتقد الأفراد خارج الحجرة أنه نظراً لأن "سيرل" يمكنه الإجابة عن أي سؤال مطروح باللغة الصينية، فلا بد من أنه على دراية بتلك اللغة.

ولكن يصرح "سيرل" أنه لا يفهم شيئًا عن اللغة الصينية. فهو يقوم باتباع التعليمات فحسب. كما يقول إن ذلك هو ما يحدث تمامًا داخل جهاز الكمبيوتر. يقوم الكمبيوتر باتباع مجموعة من التعليمات - والتي تمثل البرنامج - دون تفكير فيها، فهو لا يتمتع بأي إدراك.

من الواضح أنه قد تم الإعداد لتلك التجربة الفكرية على نحو يجعلنا نسترجع اختبار "تورنج" الذي أشرنا إليه في الفصل الأول. لقد كان "تورنج" يعتقد أنه عندما يتمكن الكمبيوتر من الإجابة عن مجموعة من الأسئلة التي ليس لها إجابات محددة على نحو لا يمكن التمييز بينه وبين إجابات أحد الأفراد، فإنه يمكن أن يقال إن بإمكان

هذا الكمبيوتر أن يفكر. لم يكن "تورنج" يرى حاجة لذكر كلمة "الإدراك" أو لوضع أي قيود تقنية على كيفية تأدية ذلك العمل. من الواضح أن الحجرة في تجربة "سيرل" قد نجحت في اجتياز اختبار "تورنج" لفهم اللغة الصينية، دون أي فهم للغة الصينية على الإطلاق.

دعنا الآن نقوم بدراسة ما قاله "سيرل" بدقة في هذا الصدد. سوف ننظر إلى الحجرة على أنها أحد أنظمة الكمبيوتر التي يمكن القول إنها تفهم اللغة الصينية. يمكن تشبيه "سيرل" نفسه بوحدة المعالجة المركزية. أما كتاب التعليمات، فهو يمثل البرنامج. في هذه الحالة، فإنه عبارة عن مجموعة هائلة من الإجابات لكل ما يتم إدخاله. تميل برامج الكمبيوتر الحقيقية إلى أن تكون أكثر دقة ومرونة من ذلك، غير أن هذا لا يؤثر بصورة فعلية على الموضوع الذي نتناوله. نظراً لأن الخوارزميات تقوم باتباع القواعد دون تفكير أو إدراك، يزعم البعض أن الكمبيوتر يستطيع القيام بأداء بعض الأعمال التي يبدو من خلالها أن أداءه يتسم بالذكاء دون أن يكون لديه ذكاء فعلي.

لقد استجاب الكثير من الباحثين في الذكاء الاصطناعي لهذه التجربة الفكرية على مر السنوات، لكن ظل "سيرل" متمسكًا برأيه ووصفهم جميعًا بأنهم مخطئون. يعتقد بعض هؤلاء الباحثين أنه لا بد من وضع "الحجرة" داخل روبوت حقيقي في العالم الفعلي. سوف نقوم بدراسة هذا الرأي بمزيد من التفصيل فيما يلي من هذا الفصل. من أشهر الاستجابات التي أود أن أشير إليها بالتفصيل تلك التي

أطلق عليها "سيرل" اسم "استجابة النظم". يتمثل الادعاء الرئيسي في تلك الاستجابة في أنه على الرغم من أن "سيرل" لا يعي اللغة الصينية، فإن النظام ككل يفهم اللغة الصينية. يقول "سيرل" إنه من الواضح أن إجابة النظم خاطئة، لأنه مثلما لا يفهم "سيرل" الموجود داخل الحجرة اللغة الصينية، فليس هناك فهم كذلك لتلك اللغة من قبل أي مكان آخر من هذا النظام. يعتبر كتاب التعليمات مجرد كتاب، والحجرة لا تتعدى كونها حجرة. لا شيء في هذا النظام يفهم اللغة الصينية بما في ذلك "سيرل" نفسه، لذا لا فائدة من البحث عن كلمة الفهم داخل هذا النظام.

يمكننا، من خلال هذه الاستجابة، ملاحظة الخدعة التي تمت ممارستها ببراعة من خلال هذه التجربة الفكرية. وليس هناك ما يدعو للدهشة في أننا لم نعثر على الفهم داخل أي جزء من أجزاء النظام الذي يبدو في ظاهره أنه يتمتع بذلك الفهم. في عام ١٧١٤، ذكر الفيلسوف الألماني "جوتفريد لايبنتس" أننا إذا تخيلنا وجود آلة مفكرة كبيرة في حجم طاحونة الهواء، وأننا دخلنا هذه الطاحونة الخيالية التي لديها القدرة على التفكير وتجولنا بداخلها، فسوف نجد أجزاءً فحسب تدفع كل منها الأخرى ولن نجد أي شيء على الإطلاق يمثل الفهم. لذا، لا تعد ملاحظة "سيرل" أمراً مستحدثًا. فإذا نظرنا إلى الأجزاء الخاصة بأي نظام يفهم اللغة الصينية، فلن نجد أي جزء يؤدي تلك العملية من الفهم.

إن التجربة الفكرية الخاصة بـ "سيرل" تحول انتباهنا عن هذه الحقيقة البسيطة من خلال وضع أحد الفلاسفة المشهود لهم بالعلم

مثل "سيرل" داخل الحجرة. بالقطع، إذا بحثنا عن الفهم في أي مكان من النظام، فسوف ننظر إلى "سيرل". وعلى الرغم من ذلك، فإن "سيرل" نفسه لا يفهم اللغة الصينية. ويمكن القول إنه إذا قمنا ببحث دقيق للغاية داخل مخ وجسد أحد المتحدثين الرسميين للغة الصينية، فلن نجد جزءاً بعينه يقوم بعملية الفهم.

دعنا الآن نقوم بطرح اختبار "تورنج" على تجربة "سيرل". ماذا يمكن أن نقول عن حجرة يمكنها الإجابة عن أي سؤال بصورة مؤكدة؟ بالنسبة للكثيرين، سيبدو أنه من الخطأ أن نقول إن الحجرة لا تفهم اللغة الصينية. يمكنك طرح أي سؤال باللغة الصينية والحصول على إجابة مقنعة باللغة الصينية كذلك. ولكن، هل يؤثر عدم عثورنا على ذلك الجزء من الحجرة الذي يؤدي مهمة الفهم على أمر الحصول على إجابة مقنعة؟ هل ينبغي أن نهتم لمثل هذا الأمر؟ إننا لا نقوم بتقسيم أجسام البشر والحيوانات بحثًا عن الفهم، بل إننا نحكم عليهم من خلال أدائهم. يمكن تشبيه ذلك الأمر بقولك إن الآلة الحاسبة الإليكترونية لا تقوم بعملية الحساب. إذا أردت أن تقول ذلك، فربما تود أن تجعل عملية "الحساب" قاصرة على ما يقوم به الإنسان فقط. يتمركز هذا الأمر على الإنسان بشكل مبالغ فيه. ربما لا تتبع الآلة الحاسبة الطريقة التي تتبعها أنت في الحساب، لكن القول إنها تقوم بعملية الحساب يساعد في تبسيط وتوضيح الصورة. لقد كان "تورنج" معنيًا باتجاهات الأفراد في دراسته التي أجراها عام ١٩٥٠. من غير الوارد أن يتفق معظم الناس مع التحفظات الخاصة بتجربة "سيرل". يبدو أن تنبؤ "تورنج" سيكون صحيحًا، وأن استخدام كلمة "الفهم" سوف يتغير على نحو دقيق.

ما لا يمكن لأجهزة الكمبيوتر القيام به

ثمة اعتراض آخر تم توجيهه للذكاء الاصطناعي من قبل علماء الرياضيات - ليس جميعهم أو حتى معظمهم وإنما من قبل واحد أو اثنين من الأعلام في هذا المجال. من الأسباب الرئيسية وراء رفض هؤلاء العلماء لفكرة الذكاء الاصطناعي ما كان معلومًا لفترة من الزمن، قبل ظهور أجهزة الكمبيوتر الحديثة - من أن هناك بعض الأمور التي لا يستطيع أي جهاز كمبيوتر القيام بها مطلقًا. بمعنى آخر، هناك بعض الحقائق الرياضية والمنطقية التي لا يمكن الوصول إليها من خلال اتباع إحدى الخوارزميات أو مجموعة من الخطوات المحددة.

والآن، فقد توصل هؤلاء الكتاب إلى أن الفكر البشري لا يمكن أن يكون خوارزميًا. ومن بين الأسباب وراء إعجاب بعض علماء الرياضيات بهذا الرأي عدم شعورهم بأنهم يتبعون خوارزمية محددة عندما يحدثون طفرات إبداعية في عملهم الرياضي.

يشعر معظم الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي أن هذه الآراء تخلو من الصحة، ويرجع اعتقادهم هذا إلى مجموعة من الأسباب، أهمها أن طبيعة هذه الحقائق الرياضية والمنطقية عامة للغاية لدرجة أنه يبدو من غير المعقول القول إن الفكر البشري صار عديم النفع ليس له تأثير. توجد الكثير من المسائل المنطقية التي يعجز الإنسان عن الإجابة عليها، والتي تربطها صلة وطيدة بتلك المسائل التي تعجز أجهزة الكمبيوتر عن حلها أيضًا. ومن بين المشكلات التي كانت معروفة في اللغة اليونانية القديمة محاولة

استخلاص أي معنى للعبارة: "هذه الجملة خاطئة". إذا كانت الجملة التي نتحدث عنها صحيحة بالفعل، فالعبارة السابقة خاطئة. وإذا كانت الجملة التي نشير إليها خاطئة، فإن العبارة السابقة صحيحة وهكذا. من الناحية العملية، لا يعد وجود مثل هذه التناقضات وما شابهها مشكلة كبيرة بالنسبة للبشر. إن معرفة وجود مثل هذه المشكلات والمشكلات المشابهة لها بالنسبة لأجهزة الكمبيوتر لم تثنينا عن استخدام هذه الأجهزة في أداء الكثير من المهام المختلفة خلال الخمسين عامًا الأخيرة.

هناك سبب آخر وراء عدم تأثر الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي بتلك الاعتراضات حيث إنها غالبًا ما تسيء فهم الدور الذي يقوم به الكمبيوتر في الذكاء الاصطناعي. وكما رأينا في الفصل الأول، فإن محاكاة أمر ما على الكمبيوتر لا يعني بالضرورة أن ذلك الأمر ذو صلة باستخدام الكمبيوتر. فمحاكاة أنماط الطقس، والتي تعد أساس النشرات الجوية الحديثة، لا بد لها من استخدام الخوارزميات حيث يتم تشغيلها على أجهزة كمبيوتر رقمية. وعلى الرغم من ذلك، فلا يمكن لأحد أن يعتقد أن ذلك يعني أن الطقس يتبع خوارزمية محددة. إن ما يجعل أمر تلك المحاكاة ممكنًا هو الافتراض العلمي القائل إن هناك قوانين عامة تشكل أساسًا ضمنيًا لأنماط الطقس، وهذه القوانين العامة هي التي يمكن محاكاتها من خلال اتباع الطرق الخوارزمية. إذا كنا على استعداد للتفكير في افتراضات علمية عامة مشابهة لما سبق ذكره حول الفكر البشري،

فقد نتمكن من محاكاة قدر كبير من هذا الفكر البشري، إن لم يكن جميعه، باستخدام آلة تتبع في عملها الخوارزميات.

نجاحات مرتقبة

إدخال الروبوت إلى العالم الواقعي

في الأربعينيات والخمسينيات من القرن العشرين، أكد علم التحكم الآلي على أهمية تصميم آلات حقيقية مثل الروبوت. وعلى مدى عدة عقود تالية، أبدت أساليب الذكاء الاصطناعي المعتمدة على وضع البرامج تفوقها على هذا المنهج. بل إن معظمها نجح بالفعل في حل المشكلات المجردة بعض الشيء، مثل لعب الشطرنج. في الأحوال التي كان فيها الباحثون مهتمين بمشكلات العالم الحقيقي، كانت محاكاة الكمبيوتر وسيلة مناسبة تمامًا. لم يتمكن باحثو الأربعينيات والخمسينيات من الوصول بسهولة لمدى فاعلية استخدام الكمبيوتر؛ وهو الأمر الذي أصبح مألوفًا بالنسبة للباحثين في العقود التالية. لقد صارت الأجيال التالية من الباحثين خبيرة في وضع برامج الكمبيوتر الفعالة للمحاكاة واستخدامها كوسيلة للبحث بالإضافة إلى أنهم صاروا أكثر استعداداً لتناول المشكلات باللجوء إلى أسلوب المحاكاة، بدلاً من التعامل معها في العالم الفعلي.

تعد مميزات التعامل مع المشكلات بالمحاكاة كثيرة وواضحة. لتغيير تصميم الروبوت الحقيقي، قد يستغرق الأمر يومين أو أسبوعين؛ ولكن لكي نغير تصميم روبوت ناتج عن المحاكاة، قد يستغرق الأمر ثانيتين أو دقيقتين. وبالمثل، إذا كان هدف الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي هو فهم المبادئ التي تشكل الذكاء،

فإن المشكلات العملية الخاصة بتجميع روبوت على شكل إنسان ووضع برنامجه سوف تكون مضيعة للوقت.

من جانب آخر، خلال العقد الأخير من القرن العشرين بدأت أقلية من الباحثين في التصدي لمثل هذه المزاعم. ولقد كان هناك عودة لحقل المعرفة الخاص بتصميم الروبوت الذي كان مهملاً لفترة طويلة. غالبًا ما يطلق على هذه الحركة اسم "علم تصميم روبوت يعمل في ظروف معينة" (Situated robotics). ونظراً لأن محاكاة الكمبيوتر عملية شديدة الفاعلية، فإن الدوافع وراء هذه الحركة تحتاج إلى تفسير موجز. ما السبب وراء تحمل عناء التعامل مع الكثير من المشكلات الهندسية العملية الخاصة بتصميم الروبوت بصورة فعلية؟

في الحقيقة، توجد الكثير من الأسباب وراء تحمل مثل هذا العناء. أولاً، لا يمكن على الإطلاق ضمان أن تكون عملية المحاكاة دقيقة بصورة كاملة؛ حيث قد يتم حذف السمات المهمة للمشكلة. كلما بعد المرء عما هو معلوم بالفعل، زادت احتمالية افتقار المحاكاة للدقة. وينطبق هذا الأمر على كثير من أبحاث الذكاء الاصطناعي، حيث إن هناك القليل من الأمور المعلومة؛ مما يجعل عملية المحاكاة غالبًا ما تصبح بمثابة تبسيط شديد للتعقيد الموجود في العالم الفعلي. ثانيًا، إن أمر الاستعانة بالروبوت في العالم الفعلي يتضمن وضع قيد على النوع المناسب من نظام التحكم وتحديده. بعبارة أخرى، إن تصميم نوع البرامج المطلوب للتحكم في الروبوت لم يعد يمثل مشكلة عويصة من الناحية النظرية؛ حيث إن المحيط الفعلي للروبوت يفرض المزيد من القيود التي تفوق تلك المتعلقة بالمحيط النظري. يؤكد مؤيدو

هذه النظرية على خطورة تقرير كيفية تصرف الروبوت قبل الاستعانة به في العالم الحقيقي. إذا قمنا بتصميم روبوت للعمل في بيئة ما، فإن هذه البيئة ستفيدنا في معرفة الكثير حول كيفية تصميمه.

علاوةً على ذلك، يشير هذا المنهج إلى أنه يمكن على الأقل في البداية تجنب مشكلة تحديد قدر المعلومات التي يحتاج الروبوت إلى معرفتها مسبقًا - سيتم مناقشة هذه المشكلة في الجزء الثاني من هذا الفصل. إن الاستعانة بالروبوت في العالم الحقيقي على نحو ثابت يشير إلى أنه يمكن تأجيل المشكلات الخاصة بما قد يحتاج أو لا يحتاج الروبوت إلى معرفته. على سبيل المثال، يمكننا ضبط أداء الروبوت في حجرة المعيشة حتى يصير أداؤه في القيام بعملية النظافة مناسبًا. إذا اتضح أن الارتطام بالمنضدة يعد مشكلة، سوف نزود الروبوت بمجس - ربما يكون هذا المجس بسيطًا كالمفتاح - في الموضع المناسب تمامًا لاكتشاف موضع المنضدة وتفاديها. في هذه الحالة، ربما يعد حتى السؤال عما يعرفه الروبوت للقيام بالعمل المطلوب منه أمراً غير ضروري. قد يزعم مؤيدو هذه النظرية أن مشكلة تحديد ما يحتاج الروبوت إلى معرفته تعد مشكلة فلسفية خادعة يمكن تجنبها عن طريق اتباع الأسلوب الخاص بهم. بمجرد أن نكون على اقتناع بأننا قد عدلنا سلوك الروبوت حتى يمكنه القيام بالعمل المطلوب منه، لن نحتاج إلى طرح أسئلة صعبة حول كيفية تأدية هذا العمل. لن نحتاج حتى إلى الحديث حول "معرفته" بأي شيء.

ضرورة اتباع الأسلوب الشامل في مجال الذكاء الاصطناعي

إن الاستعانة بالروبوت مرة أخرى في العالم الفعلي سوف يتيح فرصة للتغيير في الأمور المسلم بها والتي من بينها الاعتقاد في الأسلوب الشامل الذي يميز أي كيان ذكي دون فصل المهام عن بعضها البعض. لقد كانت الأساليب السابقة للذكاء الاصطناعي تميل إلى الافتراض بإمكانية فصل المهام التي قد يؤديها أي كيان ذكي - وهو ما يعرف بـ "التفكك الوظيفي". إن هذا الأسلوب القائم على فكرتي الخضوع لظروف معينة والشمولية يجمع كل هذه المهام معًا مرة أخرى. إنه يؤكد على أشياء مثل الاقتران المتقارب بين المدخلات الحسية والنشاط الحركي للآلة الذكية. بمعنى أنه لا بد من وجود حد أدنى للتعليمات التي يتم توجيهها للآلة في مثل هذه الدائرة الحسية المتحركة. غالبًا ما يوجد هذا الأمر في الطبيعة.

منذ ظهور الذكاء الاصطناعي، كان هناك افتراض - أحيانًا بصورة واضحة وأحيانًا أخرى بصورة خفية - بأن السلوك الذكي يمكن تناوله على أجزاء متفرقة. فقد كان بعض الباحثين يدرسون الرؤية الخاصة بالكمبيوتر ويدرس البعض الآخر التخطيط وغيرهم يدرسون اللغة وهكذا. بينما لا يزال هذا الأمر مستمراً في بعض مجالات الذكاء الاصطناعي، لكنه تعرض لهجوم خلال العشر سنوات الماضية من قبل الباحثين الذين يؤمنون بأن مشكلات الذكاء الاصطناعي لا يمكن فصلها على هذا النحو.

من ضمن الرائدين لهذا الأسلوب الشامل "رودني بروكس"، مدير معمل الذكاء الاصطناعي بمعهد ماسيتشوستس للتكنولوجيا -

ربما يكون من أهم المناصب في مجال الذكاء الاصطناعي. في دراسة مهمة نشرت عام ١٩٩١، استخدم "بروكس" حكاية رمزية تدور حول طائرات البوينج ٧٤٧ لشرح هذه النقطة. يقول "بروكس" تخيل أن مجموعة من الباحثين، الذين يدرسون مشكلة الطيران الاصطناعي في التسعينيات من القرن التاسع عشر، قد سافروا من خلال آلة الزمن للمستقبل وتجاوزوا مئات السنين. هناك، أتيحت لهم فرصة ركوب طائرة بوينج ٧٤٧. بعد ذلك، عادوا إلى زمنهم وهم غاية في الحماس لقدرتهم على رؤية المستقبل، حينئذٍ تأكدوا من أن الطيران الاصطناعي أمر ممكن.

في أثناء هذه الرحلة الخيالية، قام هؤلاء الباحثون بطرح أسئلة على رفقائهم حول هذا المجال العلمي. وتوصل هؤلاء الباحثون إلى أن هذا المجال العلمي لا بد وأنه لن يفيدهم في التوصل لأي شيء. بدأت مجموعة من الباحثين في عمل نسخ من مقاعد الطائرات. في البداية، استخدموا أنابيب فولاذية مجوفة (لم يكن من الممكن تغيير عنصر الألومونيوم الذي تصنع منه فعليًا مقاعد الطائرات في التسعينيات من القرن التاسع عشر). وعند ملاحظة أن الوزن لا يمثل مشكلة بالنسبة لشيء عظيم الحجم مثل طائرات البوينج ٧٤٧ والتي يمكنها الطيران، أدركوا بالفعل عيب هذا التصميم واستخدموا بدلاً من ذلك قضيبًا فولاذيًا مصمتًا.

على الجانب الآخر، رأت مجموعة أخرى من الباحثين محركًا ذا غطاء يمكن إزالته فأثيرت لديهم فكرة محاولة تقليده. ومع هذا، فإن المحركات الحديثة المزودة بمراوح توربينية عالية الكفاءة التي تزود

طائرات البوينج ٧٤٧ بالقوة المحركة تفوق التكنولوجيا التي كانت موجودة في التسعينيات من القرن التاسع عشر من جميع النواحي تقريبًا. حينئذٍ لم تكن المواد اللازمة لتصميم الطيران الاصطناعي متاحة، بينما كانت الدقة الهندسية متوفرة. ولكن، لم تكن معرفة آلية تدفق الوقود اللازمة لتصميم مثل هذا المحرك متوفرة.

لم يقدم "بروكس" المغزى وراء هذه الحكاية. على الجانب الآخر، فإن القراءة الواضحة لهذه الحكاية تبين أن باحثي الطيران الاصطناعي في التسعينيات من القرن التاسع عشر يمثلون الباحثين التقليديين وأن طائرات البوينج ٧٤٧ تمثل العقل البشري. يعد عرض هذه الفكرة عما يمكن للأداء الذكي القيام به مصدراً لتحفيز العلماء لبذل المزيد من الجهد، غير أن الأمر برمته بعيداً كثيراً عن التكنولوجيا الموجودة بالفعل لدرجة أنه قد يكون مضللاً. جدير بالذكر أن الذين يحاولون إعادة إنتاج محرك الطائرة النفاثة الحديثة هم باحثو الشبكات العصبية. وعلى غرار طريقة عمل المخ، فهم يحاولون محاكاته لكنهم يبتعدون عن التكنولوجيا الموجودة مثلما كانت المراوح التوربينية تعد من الوسائل المتطورة التي تفوق التكنولوجيا المعروفة بالنسبة لرواد مجال الطيران خلال عام ١٨٩٠. أما هؤلاء الذين يحاولون تقليد مقاعد هذه الطائرات، فهم ممن يعتقدون أنه من خلال محاكاة جوانب بسيطة للقدرة البشرية - مثل القدرة على وضع تسلسل الأفعال في مخطط - يستطيعون التصدي للمشكلة العامة لمجال الذكاء الاصطناعي.

من خلال هذه الحكاية الرمزية، ينتقد "بروكس" بالطبع إلى حد كبير فكرة "التفكك الوظيفي" - المتمثلة في أن الذكاء قد يتم تناوله في برامج بحث متميزة ومنفصلة. إن الأمر الذي يدافع عنه "بروكس" هو الأسلوب الشامل - تصميم روبوت بسيط يتخذ بنية الإنسان، ما لم يكن بدائيًا جداً، حتى يتم بحث جميع المشكلات الخاصة بنظم الذكاء الاصطناعي ذات الهدف العام.

في النهاية، نجح باحثو الطيران الاصطناعي في تسعينيات القرن التاسع عشر من خلال اتباع علم الديناميكا الهوائية ومن خلال استخدام بيانات كاملة خاصة بهذا العلم في تصميم طائرة بدائية جداً من المواد المتاحة. من ناحية أخرى، نجح الأخوان "رايت" في إطلاق أول طائرة مزودة بالقوة الآلية في عام ١٩٠٣ نتيجة لاتباع هذه الوسائل بصورة جادة. ولقد زادت هذه المحاولات الأولية بسرعة ملحوظة. في الواقع، بعد ستة وستين عامًا فحسب هبط "نيل أرمسترونج" على سطح القمر. والأهم من ذلك أنه في العام نفسه، ١٩٦٩، انطلقت أول طائرة بوينج ٧٤٧ - والتي صارت من العلامات المميزة في عصر الطيران الحديث، كما صارت تشكل أساس الحكاية التي استعان بها "بروكس".

وعما قريب سنتمكن من القول إن الأسلوب الشامل والمدمج لعلم تصميم الروبوت الخاضع لظروف معينة يتعلق بالقدرة على تحقيق شيء مذهل بالمثل في مجال الذكاء الاصطناعي. فضلاً عن هذا، ربما تكون هذه طريقة بسيطة لدراسة بعض المشكلات الخاصة بالذكاء الاصطناعي. إن احتمالية وجود شيء على القدر نفسه من

الإبداع مثل تطور الطيران يمكن تحقيقه خلال الأعوام القادمة لا يمكن اعتباره ظنًا غير وارد.

الحياة الاصطناعية

عن طريق الجمع بين فكرة تصميم "روبوت يعمل في ظروف معينة" والأسلوب الشامل الخاص بالذكاء الاصطناعي في بداية التسعينيات من القرن العشرين، تم التوصل إلى وضع أسلوب جديد للذكاء الاصطناعي (قد يرغب البعض في القول إنه فرع جديد من فروع المعرفة) يعرف بـ "الحياة الاصطناعية". من أهم الأسباب وراء رغبة مؤيدي هذا الأسلوب الجديد في ابتكار اسم جديد له معارضتهم الصريحة لأساليب الذكاء الاصطناعي سالفة الذكر. لا يعد هذا تباينًا في وجهات نظر الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي، حيث إن هذا الاسم ما زال موجوداً في المنهج التقليدي للأساليب السابقة، أي أنه يحمل معنى أكبر وأعم من الذي يحمله بالفعل. بعبارة أخرى، تبدو الحياة الاصطناعية طريقة واعدة لدراسة المشكلات الخاصة بالذكاء الاصطناعي. إن فكرة محاكاة الظروف المعينة ليست فحسب طريقة جيدة لتصميم الروبوت، بل إنها أيضًا تساعد في التعامل مع بعض المشكلات العامة التي تعوق الذكاء الاصطناعي.

لسوء الحظ، بعد ١٥ عامًا تقريبًا من التطور اتضح أن الحياة الاصطناعية فشلت في "التطور" بطريقة مماثلة تمامًا لأساليب الذكاء الاصطناعي سالفة الذكر. لقد وضع علم الروبوت آنذاك آلية رائعة، غير أنه يميل إلى العمل بصورة جيدة في مواقف معينة فحسب. قد

يبدو علم تصميم الروبوت طريقًا صعبًا لوضع نظم ذكاء اصطناعي ذات هدف عام، ولكن بالطبع لا يعني هذا الأمر أنه لا يعد طريقًا على الإطلاق أو أن الطريق اليسير موجود في وسيلة أخرى. ومثلما رأينا في الأساليب الأخرى، يعد هذا الأسلوب جزءاً من عدة أساليب مختلفة حيث يشبه الأمر لعبة تجميع الصور المتقطعة إلى حد ما.

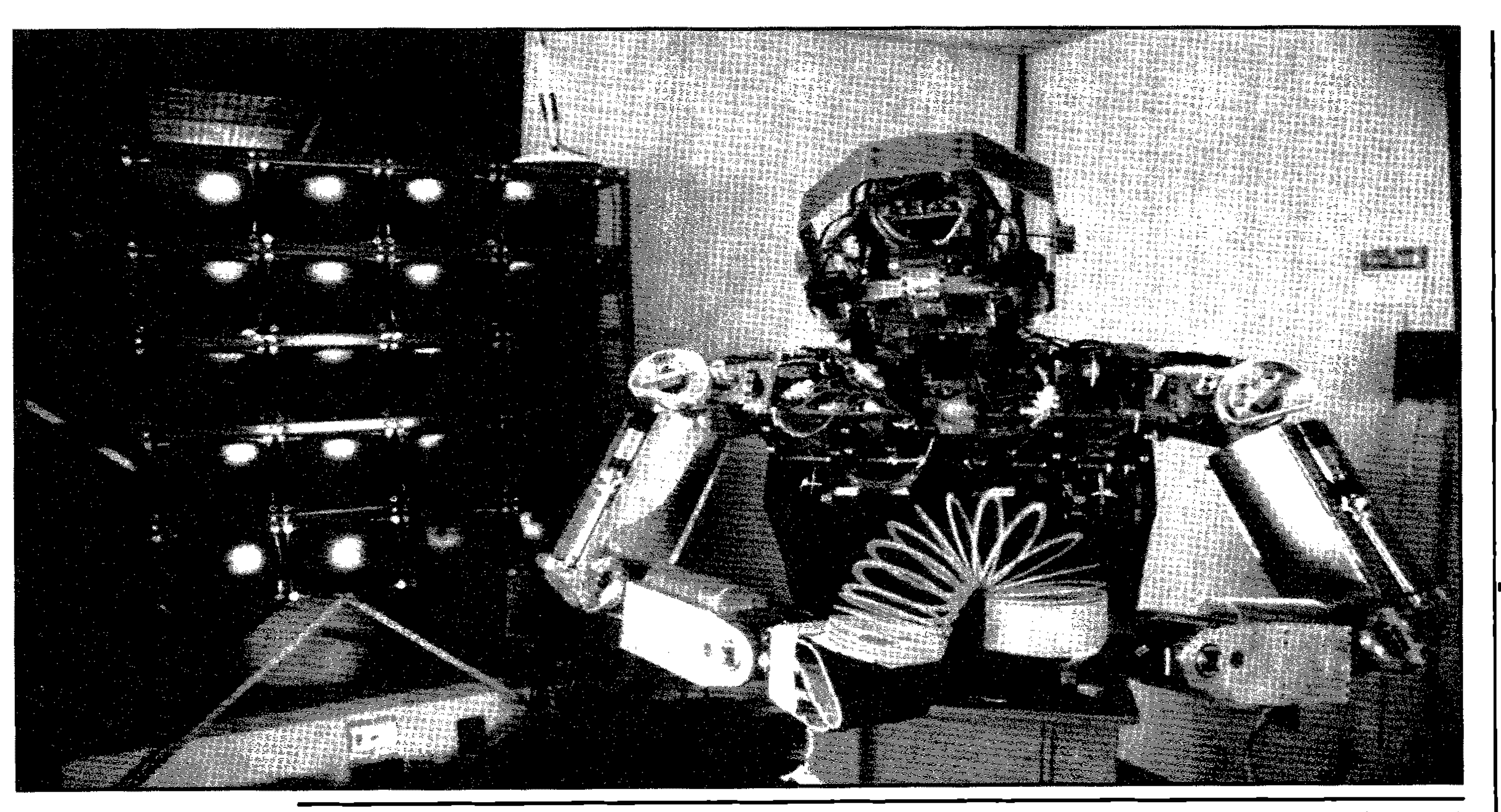
إنني أتذكر أحد أفلام الرسوم المتحركة الذي ظهر على غلاف إحدى المجلات منذ بضع سنوات. وتهتم هذه المجلة بالذكاء الاصطناعي ومحاكاة السلوك، كما أنها مجلة تجارية خاصة بالمركز البريطاني لأبحاث الذكاء الاصطناعي. يرمز فيلم الرسوم المتحركة سالف الذكر إلى أساليب متعددة للذكاء الاصطناعي في شكل شخصيات كرتونية. فالأسلوب المعتمد على البحث والطرق التجريبية، المذكور في الفصل الثاني، تم الرمز له بعجوز ذي لحية. بينما كان الأسلوب المعتمد على الشبكات العصبية ومحاكاة المخ، المذكور في الفصل الثالث، يرمز له بشخص ناضج بارع في عمله. كلتا الشخصيتين كانتا تتطلعان إلى الحياة الاصطناعية - التي تتخذ صورة طفل رضيع يحبو، وقد كانتا تراقبان هذا الطفل في انتظار أن يتعثر.

نظراً لأن هذه الحياة الاصطناعية قد واجهت بضع عثرات، فربما نرى الآن الموضوع بمزيد من الوضوح. إن محاكاة الظروف المعينة واتباع الأسلوب التجريبي يجنبانا الوقوع في المشكلات التي تواجهها الأساليب الأخرى. ومع ذلك، ففي الوقت الحاضر، يبدو أن هذا

الأسلوب لا يطور من نفسه بهدف تصميم نظم ذكاء اصطناعي ذات هدف عام.

يمثل الشكل الموضح فيما بعد صورة روبوت مشابه للإنسان يعرف باسم "كوج" (Cog)، وقد تم تصميمه في معمل الذكاء الاصطناعي بمعهد ماسيتشوستس للتكنولوجيا. ويعتبر هذا المعمل من أكثر مراكز البحث في العالم التي تتمتع بأفضل دعم مالي. ومثلما رأينا، فإن "رودني بروكس" هو المؤيد بشدة لهذا الأسلوب الخاص بالذكاء الاصطناعي. وهذا الروبوت يشبه الإنسان في أن لديه أشياء تشبه الجذع الأعلى للبشر وذراعين مزودين بمفاصل وعينين ورأس متحركة (انظر الصورة التالية).

لقد ناقشنا بالفعل الأسباب الدافعة لتصميم مثل هذا الروبوت. يعتقد فريق الباحثين في هذا المركز المصمم لهذا الروبوت أن الأجزاء الحسية والحركية الفعالة للروبوت تعد من ضمن العوامل الضرورية لتطوير النوع المناسب لسلوك الروبوت. تتمثل الفكرة الرئيسية في أن فهم سلوك الروبوت لا يتضمن استيعاب المعلومات النظرية فحسب، بل يتضمن كذلك مجموعة من الروابط بين الفهم والفعل - وهو ما يطلق عليه مصمموه "الدائرة الحسية الحركية". بإيجاز، من خلال جعل الطريقة التي يتبعها الروبوت في التفاعل مع البيئة بصورة مناسبة مماثلة للطريقة التي يتفاعل بها البشر مع بيئتهم، فسوف يضمن الباحثون أنه سوف يكتسب المفاهيم المشابهة للبشر. علاوةً على ذلك، فإنه نظراً لأن البشر يتعلمون الكثير من مهاراتهم الرئيسية من خلال التفاعل مع غيرهم، فقد كان الباحثون يأملون أن هذا الروبوت قد يتمكن من تطوير نفسه من خلال مثل هذه التفاعلات. لذلك، ينبغي أن يكون قادراً على النظر للمتحدث بل والتصافح بالأيدي معه.



الروبوت "كوج" المشابه للبشر الذي تم تصميمه في معمل الذكاء الاصطناعي بمعهد ماسيتشوستس للتكنولوجيا.

لقد زادت بالفعل مثل هذه النجاحات المبكرة. لقد تعلم الروبوت "كوج" كيف تصل يداه للهدف المرئي بالطريقة نفسها التي يقوم بها الطفل الصغير. يستطيع أيضًا هذا الروبوت أن يتتبع الأشياء والأصوات. ومع هذا، فإن المهارات "ذات المستويات الأعلى" التي من المفترض أن يدعمها تطور الآلية المذكورة سابقًا لم تظهر بعد. لقد وصف "رودني بروكس" هذا القصور قائلاً إنه على الرغم من كل هذه المجهودات، فإن هذا الروبوت لم يزل عاجزاً عن التمييز بين التليفون المحمول وجراب النظارة. جدير بالذكر أن هذا الروبوت يتسم بالتعقيد، وهو موضع تركيز الكثير من البرامج البحثية المختلفة. ولكن، الفشل في تحقيق أحد أهداف البحث المذكورة سلفًا لا يعني أن الأسلوب بأكمله فاشل.

تتنوع الآراء بصورة كبيرة حول السبب وراء استمرار مشكلة تمييز الأشياء في هذا الأسلوب. من ناحية، هناك من يشعرون أن تزويد الروبوت "كوج" بالمعرفة اللازمة للتمييز بين الأشياء يحتاج المزيد من الوقت والمال. من ناحية أخرى، هناك آخرون يرون أن الفكرة بأكملها كانت خاطئة منذ البداية. ما بين هذين الرأيين، يمكن إبداء بعض الملحوظات الواقعية. أولاً، قد توجد صعوبات تنظيمية وسياسية في إدارة مشروع بمثل هذا الحجم. فعلى الرغم من فشل حوالي ٥٠٪ من مشروعات الذكاء الاصطناعي، فلقد كانت هناك فرصة للنجاح منذ البداية. تجدر الإشارة إلى أن الأهم من ذلك وجود هذه الفجوة بين المهارات التقنية البسيطة، مثل الإمساك بالأشياء، وبين بدايات الذكاء الاصطناعي المتمثلة في تمييز هذه الأشياء. هناك طريقة واحدة للتعبير عن الالتزام بسد هذه الفجوة من خلال الأسلوب التجريبي الشامل الذي يجسده "كوج"، وقد تكون هناك طريقة أخرى

للزعم بمعرفة كيفية تحقيق هذا الأمر. ولكن في النهاية، قد يمثل ذلك من الناحية العلمية فشلاً شديد الوضوح - وسوف نعود إلى هذه النقطة عندما نستعرض الاتجاهات المستقبلية لمجال الذكاء الاصطناعي في الفصل الأخير من هذا الكتاب.

تعد الفجوة التي أشرنا إليها في الفقرة السابقة من ضمن المشكلات المهمة الخاصة بمجال الحياة الاصطناعية الذي يتسم بالتطور السريع. لا تزال هناك الكثير من الأشياء التي لا نعرفها حتى الآن حول العمليات البيولوجية التي تشكل أساس الذكاء الطبيعي. إننا حتى الآن لا ندرك بالكامل كيفية عمل الخلية العصبية الواحدة. إضافة إلى ذلك، فإننا لا نعي بالفعل ما يحدث في التشابك العصبي (الوصلات العصبية) الذي تتواصل الخلايا العصبية من خلاله. لقد قضى باحثو الحياة الاصطناعية الكثير من وقتهم وبذلوا جهداً كبيراً في دراسة الكائنات البسيطة بعض الشيء مثل الحشرات. من ضمن النتائج التي توصلوا إليها أن هذه الكائنات التي من المفترض أنها بسيطة بعض الشيء تظهر سلوكًا معقداً بشكل واضح بحيث لا يمكن نسخه في الروبوت.

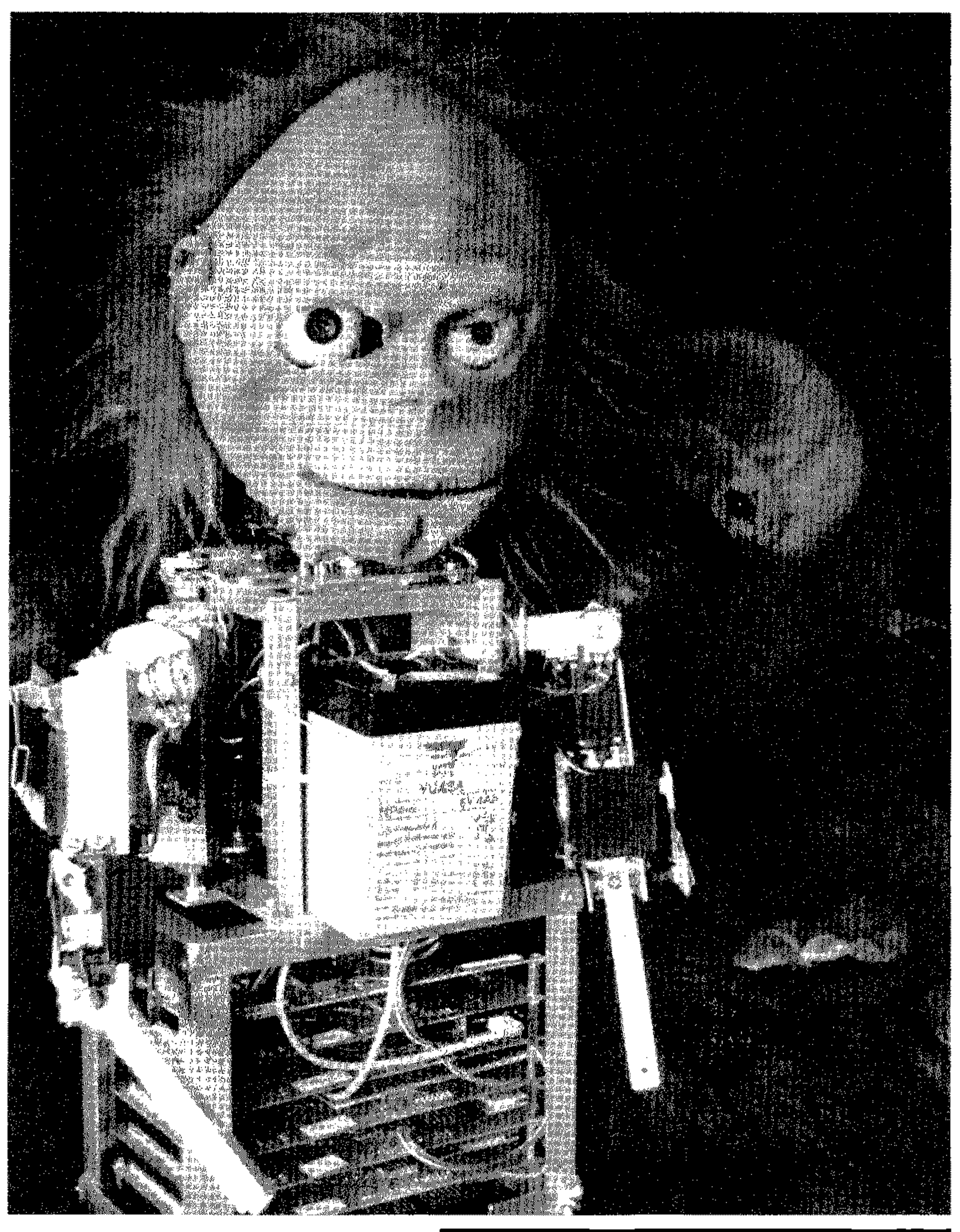
يشير ذلك إلى أن هذا المجال الجديد من الحياة الاصطناعية يعاني بالفعل من أزمة، وقد ينقسم قريبًا إلى مجالين آخرين مختلفين إلى حد ما. سوف يهتم أحد هذين المجالين بالهدف المناسب للباحثين من حيث مساعدة علماء الأحياء في اكتشاف المزيد حول هذه الفجوة. سوف تستخدم محاكاة الكمبيوتر للكائنات البسيطة مثل الحشرات بصورة رئيسية كسبيل للوصول إلى مستوى أفضل من الفهم لسلوك مثل هذه الكائنات وطبيعتها البيولوجية. أما المجال الآخر فيقوم إما بالتفكير في هذه الفجوة أو الرغبة في ألا يؤثر هذا

العلم على الهدف الخاص بتصميم روبوت به نظم ذكاء ذات هدف عام. سوف تستمر هذه المجموعة المعنية بالمجال الآخر في التطلع إلى ظهور شيء مثير. لا بد من تذكر أنه في بعض الأحيان يكون من الممكن للممارسة العملية سبق النظرية في العلم. ويعد "كوج"، على الأقل في حالة تمييزه للأشياء، مثالاً أوليًا لتطلع الباحثين نحو تصميم روبوت أكثر تطوراً.

يوجد باحث بريطاني واحد - "ستيف جراند" - حاول تصميم روبوت على شكل إنسان به أسلوب ذكاء مشابه للثدييات. لقد قام بذلك بصورة مستقلة تمامًا في ورشة عمل دون مساعدة من أحد. والأكثر من ذلك أنه لم يكن لديه تمويل من الأوساط الأكاديمية أو التجارية أو العسكرية. قد يبدو أن هذا الأسلوب يتسم بالطموح الزائد بعض الشيء عند مقارنته بمشروع تصميم الروبوت "كوج" وتمويله الضخم. من جانب آخر، على القراء تذكر أن المخترعين البريطانيين وحدهم قد تمكنوا من تحقيق خطوات ناجحة في الماضي دون تلقي دعم من أحد. على سبيل المثال، نجح "جون لوجاي بارد" في تصميم أول تليفزيون بمفرده على الرغم من أنه كان يجري أبحاثه في شقة بسيطة تقع على الساحل الجنوبي لبريطانيا.

يعد "جراند" مثالاً للباحث المستقل الذي نجح فعليًا في تحقيق شيء رائع. بالطبع لا يجب النظر إليه على أنه هاوٍ متحمس، حيث إنه يعرف أحدث الوسائل في مراكز البحث المتعددة، كما أنه يتمتع بشهرة واسعة في مجال الذكاء الاصطناعي. إن ثقته الكبيرة في تحقيق النجاح كانت نتيجة تطوير لعبة كمبيوتر تسمى Creatures في عام ١٩٩٦. لقد نجحت هذه اللعبة في تقديم نوع جديد من ألعاب الكمبيوتر، كما أنها أظهرت كيف يمكن استخدام أساليب الحوسبة التطورية في التكنولوجيا الترفيهية.

لقد تمنى معظم الباحثين في الذكاء الاصطناعي له الخير، رغم أنهم كانوا متحفظين في تقديراتهم لفرص نجاحه. إن ما حاول القيام به يعد بالفعل غاية في الصعوبة؛ بل قد يراه بعض الخبراء أمراً مستحيلاً. يعد "جراند" مثالاً للباحث الذي يتسم بالإبداع والمثابرة وهما من الشروط الأساسية المطلوبة للمشاركة في أبحاث الذكاء الاصطناعي.



الروبوت الذي قام "ستيف جراند" بتصميمه.

الفصل الخامس
مجالات الذكاء الاصطناعي

إمكانية الحصول على آلة ذكية

عندما تلقي خطابًا على غير المتخصصين حول الذكاء الاصطناعي، عند الاقتراب من نهاية الخطاب استعلم إذا ما كانت هناك أسئلة لديهم أم لا. من أكثر الأسئلة التي من المحتمل أن تطرح (وربما أولها) ذلك السؤال الذي يتخذ صيغة "إن ما ذكرته مثير جداً ... لكن متى سنتمكن من الحصول على كمبيوتر ذكي بالفعل؟" من الصعب الإجابة عن هذا السؤال بصورة مباشرة. واحترامًا للجماهير، غالبًا ما تبدأ الحوار عند الإجابة عن هذا السؤال بتوضيح أن هناك فجوة في الفهم يجب سدها في هذا الصدد.

يبدو بالفعل أن مثل هذا النوع من الأسئلة من ضمن الأشياء الرئيسية التي يرغب العامة في طرحها على المختصين بالذكاء الاصطناعي. لذا، سوف أحاول أن أجيب عن هذا السؤال بصورة مباشرة وكاملة. مثلما رأينا، تتقدم أبحاث الذكاء الاصطناعي بصورة مستمرة وتقدم الكثير من النتائج المفيدة والأفكار الشيقة. لكن، تُرى، ماذا نعني بالقول: "كمبيوتر ذكي بالفعل"؟ من خلال التجربة، هناك تخمين واحد وهو أن المقصود بذلك هو الذكاء المشابه تمامًا لذكاء البشر. ولكن قد يكون المقصود من السؤال سالف الذكر شيئًا آخر مثل "متى سيوجد جهاز كمبيوتر يفكر مثلنا تمامًا؟". يوجد فعليًا عدد من الأشياء التي يمكن أن تقال ردًا على مثل هذا السؤال.

مثلما رأينا في الفصل الأول، أحيانًا يكون الحصول على نوع من الذكاء المشابه لذكاء البشر هو الهدف الرئيسي للذكاء الاصطناعي. هناك بعض التفسيرات لما يطلق عليه اختبار "تورنج" تتضمن فكرة أن محاكاة الذكاء البشري هي هدف مفيد، ما لم تكن أحد "المعايير الأساسية" لتحديد إذا ما كان الكمبيوتر ذكيًا أم لا. علاوةً على ذلك، لقد وصفت القصور في تعريفات الذكاء الاصطناعي التي تقارن على وجه التحديد الآلات بالبشر. في الوقت الذي نعرف فيه القليل عن الذكاء البشري، سوى أنه مجال يتضمن أفكارًا رائعة بالفعل، فمن غير المحتمل أن تساعد تلك المعرفة في تطوير الذكاء الاصطناعي.

إنني أقترح إجابة مناسبة لهذا السؤال بعد إعادة صياغته، ألا وهي أنه "نظرًا لأننا لا نفهم طبيعة الذكاء البشري بصورة مفيدة في الوقت الحاضر، فلا توجد إجابة لهذا السؤال. كما أنه من غير الواضح ما إذا كان الهدف الأساسي هو تصميم كمبيوتر يفكر بالطريقة نفسها التي يفكر بها البشر أم لا."

غالبًا ما يتعامل الذكاء الاصطناعي مع أشكال مختلفة إلى حد ما من الذكاء، ولا يوجد بالطبع قصور في الذكاء البشري. بالطبع، يعد قول كل ذلك ردًا على السؤال سالف الذكر دافعًا لجعل البعض يعتقدون أن الحديث لا يدور عن الذكاء على الإطلاق. يبدو أنه عادةً ما سيكون رأي البعض في نظم الذكاء الاصطناعي على الصورة التالية "إما أنها مشابهة لذكاء البشر أو أنها مجرد آلة تتبع

التعليمات". لقد رأينا بالفعل أن الرأي الأخير القائل إنها مجرد آلة تتلقى التعليمات التي تُملى عليها رأي خاطئ. فالآلات التي نتحدث عنها في هذا الكتاب لا تقوم بالقطع بـ "اتباع التعليمات فحسب". ليس من الممكن فحسب القول إن مثل هذه الآلات لديها أهداف، بل يمكن من المنظور العملي أيضًا القول إنها تختار ما بين أهداف مختلفة وتتعامل معها على نحو مختلف حسب المواقف المختلفة. علاوة على ذلك، تكتسب هذه الآلات المعرفة وتستغلها، كما أنها قادرة على التعلم. يعتقد الكثيرون من الباحثين داخل مجال الذكاء الاصطناعي - وخارجه - أنها تقوم بمثل هذه الأشياء بطريقة محدودة بعض الشيء لكن هذا لا يؤثر على ما أدعيه في هذا الصدد. إن الأمر الذي أود أن أؤكد عليه هو أنها لا تقوم بـ "اتباع التعليمات فحسب".

من أفضل الأمثلة الموضحة لهذا الأمر ما ذكرته العالمة "شيري تيركل" في أحد كتبها. تعد الأبحاث التي قامت بها هذه العالمة من ضمن الموضوعات المثيرة بالنسبة للمناقشة الراهنة، حيث إن "شيري" من المعالجين النفسانيين فضلاً عن اهتمامها بمجال الذكاء الاصطناعي. وخلال أحداث القصة التي ترويها، كانت تشارك في إجراء أحد الأبحاث مع أحد الباحثين الرائدين في مجال الذكاء الاصطناعي بمعهد ماسيتشوستس للتكنولوجيا. وتروي "شيري" كيف شاهدت ذات صباح أحد المرضى الذي يشعر بالحزن الشديد لأنه يشعر كما لو كان مجرد "آلة". ولكن لاحقًا في اليوم نفسه، ذهبت إلى حفلة ينظمها الطلاب والباحثون في معمل أبحاث الذكاء الاصطناعي التابع لهذا المعهد. وهناك، التقت بإحدى الفتيات التي

كانت تشعر بالاستياء بسبب حضورها مناقشة حول إذا ما كانت الآلات تستطيع أن تفكر بالفعل أم لا، حيث قالت هذه الفتاة: "لا توجد مشكلة في هذا الأمر، حيث إنني أعتبر نفسي مثل الآلة وأفكر". هذه الطالبة تحدثت عن كونها آلة من الناحية الإيجابية والحرة لرؤية المرء لنفسه.

هذا، وتضيف "شيري" قائلة إن السبب وراء اختلاف الشعور في الحالتين السابقتين يكمن في أن هناك معنيين مختلفين تمامًا لكلمة "آلة". ففي الحالة الأولى، شبه المريض نفسه بالآلة كما يوضح شعوره تجاه حياته التي لا يستطيع التحكم فيها. وتمثل هذه الفكرة الرؤية الخاصة بالآلة في القرن التاسع عشر، حيث كان يعتقد أن أجزاءها تتحرك بناءً على توجيه الإنسان لها دون أن يكون لها خيار في ذلك. إن هذا الرجل يشعر كما لو كان آلة لا يملك أي خيارات في إدارة شئون حياته. على الجانب الآخر، فإن الباحثين والطلاب في مجال الذكاء الاصطناعي يقصدون شيئًا آخر عند الحديث عن الآلات. فهم يقصدون نوع الآلات التي استعرضناها في هذا الكتاب؛ أي تلك الآلات التي لديها أهداف متعددة ويمكنها أن تختار فيما بينها. وقد تختار هذه الآلات أيضًا أساليب مختلفة لتحقيق تلك الأهداف، كما يمكنها أن تتعامل مع العالم الفعلي – بما في ذلك البشر – لتحقيق تلك الأهداف. يعد هذا المفهوم مختلفًا، نظرًا لأنه يوضح طريقة واحدة يمكن من خلالها لاختياراتنا أن تحدث فرقًا، حتى في المجال العلمي الذي يتسم بالحتمية الشديدة. فقد فتح الذكاء الاصطناعي المجال أمام الآلات للقيام بأكثر من مجرد اتباع التعليمات التي تُملى عليها.

ومن ثم، ربما يكون المعنى الرئيسي للسؤال المذكور في بداية الفصل ليس سوى رفض احتمالية وجود كائنات ذكية تختلف عن البشر -- وهذا الرفض مبني على صورة الآلة في القرن التاسع عشر. قد يكون هذا الرفض خاطئًا ومضللاً. والآن، قد يشعر القراء المدركون للموضوع على نحو جيد بالاستياء لأنني أتحدث عن الذكاء دون تعريفه خلال هذا الجدل الخيالي. ولكن هناك مناقشة حول تعريف الذكاء الاصطناعي في جزء لاحق.

من ناحية أخرى، تمثل جميع الفصول السابقة ردًا على هذا التفسير الخاص بالسؤال المتعلق بإمكانية الحصول على آلة ذكية. لقد رأينا أن الذكاء الاصطناعي كان وسوف يظل يثمر عن تكنولوجيا فعالة. فقد دخلنا إلى حقبة الآلات الذكية، كما رأينا أن النقاد الذين كانوا يقولون إنه من المستحيل الوصول إلى ذلك كانوا مخطئين بالفعل. فلقد صار هناك فهم عميق لكيفية عمل مخ الإنسان والحيوان.

لكن لا يزال البشر يريدون المزيد. ولا يتضح كيف يمكن للعلم أن يمدنا بالمزيد. سوف يشك الكثيرون في مدى قدرة العلم على التدخل في مجال الذكاء الاصطناعي. هناك دافع واحد وراء هذا الشك ألا وهو الاعتقاد الراسخ بأن الذكاء البشري يعد شيئًا مميزًا بطريقة أو بأخرى بحيث لا يمكن إدراكه على الإطلاق عن طريق العلم. بالنسبة للآخرين، يعد تدخل العلم في هذا المجال بمثابة نوع من أنواع الصراعات الفكرية. لقد كان الشعراء والروائيون هم الملمون بالمعرفة حول فطنة ورقي الفكر البشري عبر التاريخ، وقد يرفضون فكرة أن يقوم العلماء بتقييم الآلات بشكل تحليلي ومحاكاتها

وتصميمها في ذلك المجال الذي يعتقدون أنه قاصر عليهم. ومع هذا، فهناك اثنان من الأسباب الجادة والخطيرة وراء الشك في قدرة العلم في هذه الحالة تحديداً.

يمكن تقسيم هذه الأسباب الجادة وراء الشك في قدرة الأسلوب العلمي فيما يتعلق بمجال الذكاء الاصطناعي إلى جانبين رئيسيين. يتمثل الجانب الأول فيما يسمى بـ "مشكلة الوعي" - فعليًا لم يتم الاتفاق على أنها مشكلة وبالكاد يعتقد أي شخص أنها مشكلة واحدة. إذا كان السؤال المتعلق بكيفية تصنيع آلة ذكية يتضمن مفهوم كلمة "الوعي"، حينئذٍ سوف يكون من الصعب إعطاء إجابة سريعة لهذا السؤال. لقد أصبح "الوعي" مجالاً كبيراً للدراسة في الوقت الحاضر، وسوف يتم استعراض ذلك الأمر في جزء لاحق من هذا الفصل. يتمثل الجانب الثاني في الاتسام بالذاتية وعدم الموضوعية المتمثلين في المعتقدات الشخصية وما إلى ذلك. يعد هذان الجانبان السبب الرئيسي وراء دراسة السؤال المتعلق بكيفية تصنيع آلة ذكية بمزيد من التفصيل هنا. ربما يمثلان أيضًا السبب وراء شعور البعض بالحاجة إلى طرح مثل هذا السؤال في المقام الأول. سوف نضطر إلى أن نحيد عن الموضوع الرئيسي قليلاً قبل دراسة هذين الجانبين لاحقًا في هذا الفصل. سوف يكون هذا الحياد مهمًا حيث إنه سوف ينقلنا عبر نطاق علمي جديد.

العلوم المعرفية

سيكولوجية الأفراد

يحتل علم النفس (السيكولوجيا) مكانة مهمة كأحد فروع العلم. فعلماء النفس في العصر الحديث يميلون إلى وضع أنفسهم في

مكانة مشابهة لعلماء الجغرافيا في القرون الوسطى. إذا كانت أبحاثهم العلمية تؤكد على تحيزهم لأفكارهم ومعتقداتهم بشدة - ويقابله في علم الجغرافيا اعتقاد العلماء بأن الأرض مسطحة وليست كروية - فسوف يتعرضون للهجوم لأنهم استغرقوا الكثير من الوقت والمال لاكتشاف أمور بديهية واضحة ومسلم بها بالفعل. أما إذا توصلت تلك الأبحاث لاكتشاف شيء ما يتعارض مع المنطق بشكل عام فسوف يتم استبعاد هذه الأبحاث نظرًا لأنها مخالفة للواقع.

يوجد عدد من الأسباب وراء ذلك الأمر، لكن من أهم تلك الأسباب أننا نستخدم في الحياة اليومية أسلوبًا مشابهًا في ظاهره لعلم النفس إلى حد ما حتى نستطيع أن ندرك ما سوف يفعله الآخرون ونتنبأ به. يطلق الفلاسفة على هذا الأمر "سيكولوجية الأفراد". هناك جدال حول المعنى الدقيق لمفهوم سيكولوجية الأفراد وحول مدى أهميته. الآن، نستطيع القول إننا عادةً ما نعتقد أن الناس يقومون بأفعالهم من منطلق رغباتهم وأنهم يعتقدون أنهم قد يحققون تلك الرغبات من خلال القيام بهذه الأفعال. لتوضيح هذا الأمر، نطرح عليك السؤال التالي: لم تقرأ هذا الكتاب؟ طبقًا للمصطلحات الخاصة بسيكولوجية الأفراد، إنك لديك الرغبة في اكتشاف المزيد من خلال قراءتك لهذا الكتاب. ومثلاً، إذا كان الفعل الذي ستقوم به بعد ذلك هو الذهاب للمطبخ وتحضير ماكينة صنع القهوة، فهناك تفسير مناسب لذلك ألا وهو أنك ترغب في تناول قدح من القهوة وأنك تعتقد أن هذه الأفعال سوف تساعدك في الحصول على ما تريد.

تشكل سيكولوجية الأفراد أساسًا لكيفية التواصل بصورة طبيعية مع الآخرين. قد يصبح هذا المجال الخاص بالفكر والاعتقادات الشخصية أكثر تعقيداً من الصورة المصغرة التي عرضتها الآن. إنه يشكل أساس الفن والأدب. في الواقع، يمكننا القول إن الدراما هي مجرد صراع بين الرغبات والاعتقادات إما بين البشر أو بين الشخص ونفسه. فضلاً عن هذا، تشكل سيكولوجية الأفراد أساسًا للسلوكيات المختلفة الخاصة بنا. تكمن المشكلة في أن هذه السيكولوجية ليست ذات طابع علمي إلى حد بعيد. فإذا قمت بفحص مخ كائن حي عن طريق ماسح ضوئي، لن تجد على الإطلاق أي اعتقادات. يمكننا تقدير ما يقوم به الناس فعليًا، لكن الطريقة الوحيدة لاكتشاف هذه الاعتقادات هي أن تسألهم عنها. هذا، ويشير "المنطق العام" إلى أنه لا يمكن الوثوق في هذه الطريقة لمعرفة هذه الاعتقادات. وذلك، لأننا نجد الكثير من الاختلافات بين ما يدعي الناس أنها اعتقاداتهم وما يقومون به بالفعل. إن زعمنا بأن البشر لديهم اعتقادات بصورة مؤكدة ومسلم بها بديهيًا هو بمثابة اعتقادنا أن الأرض مسطحة على نحو واضح، فكلا الأمرين خاطئ. لهذا السبب، يجب أن يتعامل الجانب العلمي للسيكولوجيا مع سيكولوجية الأفراد بحذر شديد.

يتفق جميع الفلاسفة على أهمية الدور الذي تلعبه سيكولوجية الأفراد، لكن دائمًا ما يبدأ الخلاف ويثار الجدل عند نقطة معينة. يقول البعض إن سيكولوجية الأفراد نظرية نفسية متكاملة، ويرى البعض الآخر أن وظيفة العلماء هي وضع أساس لهذه السيكولوجية

في العلوم الأخرى - على سبيل المثال لتوضيح كيف يمكن للعمليات الكيميائية والكهربية في المخ أن تتيح له الفرصة لتشكيل الاعتقادات والرغبات. من ناحية أخرى، يقول البعض إن هذه السيكولوجية تشبه النظرية العلمية فحسب وفي الواقع هي لا تتعدى قدرة البشر على تقمص شخصيات غيرهم. ولا يزال البعض الآخر يقول إنه متى كانت لدينا سيكولوجية ذات جانب علمي بصورة فعلية، سوف ينتهي هذا الحديث عن الاعتقادات والرغبات وحتى العقول بالطريقة نفسها التي انتهت بها النظرية الخاطئة التي كانت تزعم أن الأرض مسطحة وليست كروية. توجد الكثير من الموضوعات الصعبة المضمنة في هذا الأمر.

ولعل اهتمامنا الرئيسي هنا ينصب على الطريقة التي يلعب من خلالها الذكاء الاصطناعي دوراً في هذا الفرع من العلم. في النصف الأول من القرن العشرين، كان التحدي العلمي الذي يواجه سيكولوجية الأفراد والمنطق العام يتأتى من مدخل في علم النفس يعرف بـ "المذهب السلوكي". لقد رفض هذا المذهب الحكم المنطقي على الأشياء وسيكولوجية الأفراد بوصفهما نظريات غير علمية على الإطلاق. بدلاً من ذلك، ادعى هذا المنهج أن الطريقة العلمية الوحيدة لتفسير السلوك البشري كانت من خلال تحليل هذا السلوك في ضوء مجموعة من المدخلات والمخرجات. وطبقًا لهذا المذهب، يتعرض البشر لمثير ما ثم يصدرون استجابة لهذا المثير. يعد الجانب العلمي للسيكولوجيا مجرد وسيلة لتقدير مثل هذه المثيرات والاستجابات وتسجيلها. ويرى مؤيدو المذهب السلوكي أن أي حديث عن اعتقادات

البشر أو رغباتهم أو أفكارهم لا يشكل جزءًا من الجانب العلمي للسيكولوجيا. هذا، ويضيف علماء النفس السلوكي قائلين إنه على أحسن تقدير، يعد المخ البشري "جهازًا معقدًا". فهو يضم مجموعة من المدخلات والمخرجات (أي مثيرات واستجابات) يمكن للعلماء تقديرها. إنهم يزعمون أن الحديث عما يحدث بين المثير والاستجابة لم يكن محل اهتمام الجانب العلمي للسيكولوجيا.

لقد نشأت العلوم المعرفية إلى حد ما نتيجة معارضة المذهب السلوكي. ولقد كان الذكاء الاصطناعي عاملاً رئيسيًا في ظهور هذا الفرع من العلم. إن تطرق المهندسين وعلماء الذكاء الاصطناعي للكثير من التفاصيل المهمة لما يحدث داخل الآلات يظهر أن حتى أجهزة الكمبيوتر لم تكن "أجهزة معقدة" بالمعنى المقصود في المذهب السلوكي. فعلى سبيل المثال، غالبًا ما يتحدثون عن أن البرنامج في جهاز الكمبيوتر أو الروبوت لديه "هدف". وقد يكون هذا الهدف عبارة عن شيء يحاول تحقيقه وهو الذي يظهر أفعاله، كما أنه قد يكون شيئًا يمكن الإشارة إليه في عمليات التشغيل الداخلية للبرنامج أو الروبوت. لنفترض أنك أرسلت الروبوت المسئول عن القيام بالأعمال المنزلية إلى المطبخ لتحضير القهوة، ومن ثم فإن البيانات المخزنة داخله تحتوي على "هدف عمل القهوة". بعد ذلك، إذا ما تساءلنا عن السبب وراء ذهابه إلى المطبخ وتحضير ماكينة صنع القهوة، لن تبتعد الإجابة عن التفسير الخاص بسيكولوجية الأفراد الذي سنقدمه لسلوك البشر المماثل لذلك.

إن هذا الأمر فتح مجالاً غاية في الأهمية. إذا استخدم الباحثون في أحد فروع العلم الأخرى مصطلحات معينة بطريقة مشابهة تمامًا لتلك التي نستخدم بها تلك المصطلحات مع البشر، فسوف يتم دحض الاعتقاد القائل إن هذه المصطلحات "غير علمية على الإطلاق". على أقل تقدير، علينا التحدث عن أجهزة الكمبيوتر من منطلق أنها آلات مهمتها الأساسية هي معالجة المعلومات. إذا تمكنا من تحقيق هذه الخطوة الصغيرة مع الآلات، حينئذٍ لن نضطر إلى معاملة البشر كما لو كانوا أجهزة معقدة على الإطلاق.

بعد هذه الخطوة الصغيرة لتحرير السيكولوجيا من المذهب السلوكي الصارم المتشدد، فإن العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والعلوم المعرفية صارت أكثر تعقيداً. لقد انجرف الكثيرون بعض الشيء نحو هذه النقطة، ولذا صار من الأفضل اتخاذ بعض الاحتياطات. على الرغم من أنه أصبح من المناسب علمياً وصف البشر كما لو كانوا آلات تقوم بمعالجة المعلومات، فإن هذا لا يعني أنهم صاروا كذلك بالفعل. وسوف يظل العلماء يبرزون هذا الأمر. حتى لو كان ذلك الأمر واضحًا بالفعل، فإن هذا لن يعني أن البشر مجرد آلات فحسب. كما أن ذلك لا يعني أن الاعتقادات والرغبات الخاصة بسيكولوجية الأفراد تعد نظيراً لأجزاء برنامج الكمبيوتر بصورة مباشرة.

مفهوم العلوم المعرفية

يصعب تعريف العلوم المعرفية. ومع هذا، فإن الاختلاف حول نطاق وأساليب هذا العلم الجديد يعد أمراً جيداً إلى حد بعيد. لقد قام "توماس كوهن"، في أحد أشهر الكتب العلمية، بالتمييز بين ما

يحدث في الثورة العلمية وما يحدث فيما يسمى بـ "العلوم الطبيعية" - حيث تسير هذه العلوم بخطى بطيئة. فعندما تحدث ثورة علمية - أو ما يطلق عليه "كوهن" "تغيير الطرق التقليدية في التفكير" - لا يكتشف العلماء طرقًا مختلفة لإجراء الأبحاث في مجالاتهم فحسب، بل يتغير أيضًا معنى المصطلحات المهمة التي يستخدمونها. لذلك، على سبيل المثال، عندما يتوقف علماء الفيزياء عن اتباع منهج "نيوتن" لاتباع المنهج الخاص بـ "آينشتاين"، لا يقررون ببساطة أن الكون كان مختلفًا عن الطريقة التي كانوا يفكرون بها فيما سبق عنه. إن بعض المفاهيم المهمة في مجال الفيزياء، مثل "المسافة" و"الزمن" و"الكتلة"، قد تغيرت معانيها. بالنسبة للعلوم المعرفية، تحدث هذه الثورة العلمية الآن ولا زالت الكثير من المصطلحات المهمة يُعاد تعريفها من جديد. ويعد هذا الأمر هو السبب الرئيسي وراء تأجيلي تعريف الذكاء في هذا الفصل. فإذا قدمت في مستهل الفصل التعريف الذي سوف يقيدني برؤية واحدة فحسب للذكاء، لكانت النتيجة كتابًا مختلفًا تمامًا عن ذلك الذي بين أيديكم. كما أن ذلك لن يتيح لي الفرصة لعرض رؤى مختلفة لدراسة هذا المجال.

إنني آمل أن يفهم القراء السبب وراء وجود الكثير من الخلاف حول المعنى الدقيق للعلوم المعرفية - بل الكثير من الخلاف حول ما تدرسه بدقة والطريقة الصحيحة لدراسته. ومع هذا، فإن هذا الخلاف لا يدل على أن مثل هذه العلوم في حالة تخبط. بل إنه يدل على أن العلم في أوج مراحل تكوينه لأفكار وطرق جديدة لدراسة العالم. كما يعني ذلك أيضًا أن العلوم المعرفية تتسم بأنها متشعبة،

شأنها في ذلك شأن مجال الذكاء الاصطناعي. فهي تضم (على أقل تقدير) علماء النفس وعلماء البيولوجي المختصين بدراسة الأعصاب وعلماء اللغة وعلماء الكمبيوتر والفلاسفة.

وما زالت العلوم المعرفية تستحق أن تكون العلوم التي تدرس طريقة عمل مخ البشر والكائنات والآلات. في هذا الصدد، تحتل العلوم المعرفية مرتبة مناظرة لتلك الخاصة بأهمية علم الديناميكا الهوائية بالنسبة للطيران الاصطناعي. ونظرًا لأن العلوم المعرفية حديثة الظهور، فلا يمكنها مساعدتنا بالفعل في معرفة الكثير عن الديناميكا الهوائية فيما يتعلق بمجال الذكاء الاصطناعي، لكن احتمالات حدوث ذلك في المستقبل كثيرة بالفعل. من الناحية التاريخية، فإن علم الديناميكا الهوائية والمشروعات الهندسية لتصميم الطائرات يتقدمان جنبًا إلى جنب. إن الدراسة العلمية المهمة التي سمحت بتطور النظرية الحديثة للديناميكا الهوائية قد نشرها أحد علماء الرياضيات الألمان في عام ١٩٠٤ ويُدعى "لودفيش برانتل". وقد كان ذلك بعد عام فحسب من المحاولة الأولى الناجحة التي قام بها الأخوان "رايت" للطيران.

توجد الكثير من الفوائد العملية المحتملة التي قد تنشأ عن تطور التفسير العلمي العام للسلوكيات الذكية – فضلاً عن إشباع الفضولِ العلمي الخاص بكيفية عمل الذكاء البشري بالطبع. وعندما نصل إلى فهم علم دراسة السلوكيات الذكية على نحو أفضل، قد نتمكن من تصميم واجهات استخدام أفضل لأجهزة الكمبيوتر أو لأية آلة أخرى. سوف يعود هذا الأمر بفائدة كبيرة على البشرية وعليّ

بصفة شخصية. ففي الوقت الحاضر، أقوم باستخدام ثلاث أدوات - لوحة المفاتيح والماوس والشاشة التي من المعروف أنها تسبب ضرراً للبشر حتى عندما يتم استخدامها بصورة صحيحة لكن في المستقبل قد نتمكن من تصنيع أدوات أكثر فاعلية".

في هذا الصدد، إذا تمكنا من فهم الكثير عن علم دراسة السلوكيات الذكية، قد نستطيع تحسين التكنولوجيا المستخدمة لمساعدة البشر في اتخاذ القرارات. فمن ضمن المجالات المهمة لأبحاث الذكاء الاصطناعي "نظم دعم القرار". نظراً لأننا غالبًا ما نعاني جميعًا من اتخاذ قرارات سيئة من قبل المديرين والقادة وغالبًا ما نستفيد من القرارات الجيدة، علينا أن نرحب بأي شيء يمكن للذكاء الاصطناعي أن يفعله لمساعدتنا في هذا الصدد. ينطبق الأمر بالمثل على التكنولوجيا المستخدمة لدعم عملية التربية والتعليم. في الوقت الحاضر، غالبًا ما تفشل التكنولوجيا في الوصول إلى المستوى المتوقع من الطموحات. ومثلما رأينا، تتمثل الأسباب وراء ذلك في أنه اتضح أن عملية التربية والتعليم كانت أكثر تعقيداً مما هو معتقد قبل أن يحاول أي شخص تصميم تكنولوجيا خاصة بالذكاء الاصطناعي للقيام بهاتين العمليتين. تهتم العلوم المعرفية بإلقاء الضوء على عملية التربية والتعليم، الأمر الذي قد يؤدي إلى ظهور تكنولوجيا أكثر فاعلية.

تؤثر العلوم المعرفية كذلك تأثيراً كبيراً على سيكولوجية البشر. على الرغم من ظهور هذه العلوم منذ السبعينيات فحسب من القرن

العشرين في الدول الغربية على الأقل، فإنها صارت اتجاهًا سائدًا بالنسبة لعلم النفس المعرفي. ونظرًا لهذا الأمر، فقد أصبحت هذه العلوم من أهم الطرق التي يؤثر من خلالها الذكاء الاصطناعي على العلم والمجتمع على حدٍ سواء وذلك من خلال جلب الأفكار الجديدة والمبتكرة بدلاً من وضع تكنولوجيا عاملة فحسب. لقد أسفر الذكاء الاصطناعي عن العديد من الوسائل التكنولوجية، لكن ربما يكون نقل الأفكار لفروع المعرفة الأخرى أمرًا أكثر أهمية.

من منظور شخصي، يبدو أننا إلى حد كبير في بداية الأمر. إن الطريقة التي نميز بها العلوم المعرفية كعلوم حديثة النشأة تؤثر على جميع مجالات الذكاء الاصطناعي.

اختبار "تورنج"

في الدراسة الأصلية، ذكر "آلان تورنج" بوضوح أنه بحلول عام ٢٠٠٠ تقريبًا سوف تتمكن أجهزة الكمبيوتر من ممارسة أساليب المحاكاة على نحو جيد لدرجة أن المحقق متوسط المستوى الذي يدير الاختبار سوف تكون فرصته ٣٠٪ في تحديد أي من المتحدثين الإنسان وأيهما الكمبيوتر. على الرغم من حصول الكثيرين على جائزة "لويبنر" مؤخرًا (وهي جائزة المسابقة السنوية المشابهة لاختبار تورنج)، فإنه لا يوجد ما يدل على اجتياز اختبار تورنج بالكامل.

بكل السبل لا يعد اختبار "تورنج" مركز الاهتمام الرئيسي لأبحاث الذكاء الاصطناعي الحالية، وهناك أسباب وجيهة وراء ذلك. على الجانب الآخر، هناك أسباب وراء احتمالية أن تعود أبحاث الذكاء الاصطناعي لتناول موضوع الذكاء البشري. من أهم هذه الأسباب أنه بالنسبة لبعض الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي

وكثير من الباحثين في الفروع المختلفة للعلوم المعرفية تتمثل أهم مشكلة في فهم طبيعة الذكاء لدى البشر.

إذا أخبرنا الذكاء الاصطناعي شيئًا عن هذه المشكلة، فلن يكون سوى أن فهمنا لطبيعة ذكائنا محدود للغاية. كما أن استخدامنا اليومي لهذا الذكاء لا يعني مطلقًا أننا لدينا فهم عميق بكيفية عمله.

دور الوعي

عندما ندرس السؤال الخاص بإمكانية الحصول على آلات ذكية، يتم تأجيل مناقشة مشكلتين مهمتين وهما مشكلة ذاتية التفكير وعدم الموضوعية ومشكلة الوعي. لكي يتحقق التكامل، سوف يقدم هذا الجزء صورة مجملة للجدال الشديد الذي يدور حول هاتين المشكلتين. ونظرًا لأن هذا الجزء غير حاسم إلى حد كبير، شأنه في ذلك شأن الجدال نفسه، فإن القراء الذين ليس لديهم اهتمام خاص بهاتين المشكلتين قد يتجاهلون قراءة هذا الجزء.

توجد ثلاثة معانٍ لكلمة "الوعي" نستخدمها في أحاديثنا وحواراتنا اليومية العادية. المعنى الأول لتلك الكلمة هو البقاء في حالة يقظة على عكس النوم – وهو المعنى السائد لدى أطباء التخدير. يتمثل المعنى الثاني لكلمة "الوعي" في الإدراك الذاتي، مثلما هي الحال في العبارة التالية: "عند هذه المرحلة، أدركت مدى قلقي بسبب فكرة هبوط بالطائرة في الظروف المناخية السائدة في سان فرانسيسكو". يعد المعنى الثالث لهذه الكلمة شديد الصعوبة وغالبًا ما نجده مضمنًا في السؤال الذي طرحناه في بداية هذا الفصل. ويتمثل هذا المعنى في العبارة التالية: "قد يمكنك برمجة الروبوت على القيام ببعض الحركات، لكنه سيظل غير واعٍ بها"، أي غير فاهم.

يبدو أن أول معنيين لا يمثلان أية مشكلة بالنسبة للذكاء الاصطناعي - على الأقل بصفة مبدئية. فعلى سبيل المثال، يمكن تطبيق المعنى الأول لكلمة "الوعي" في الذكاء الاصطناعي تقريبًا عند الإشارة إلى تغيير وضع الروبوت إلى "إيقاف" أو "تشغيل". وبالنسبة للطريقة الثانية التي تستخدم بها كلمة الوعي، فتتمثل في القول "إنني أدرك أن الكمبيوتر الذي أستخدمه الآن يحتوي على برامج تدرس برامج أخرى وعمليات مختلفة موضحة الوقت الذي تستغرقه تلك العمليات وما إلى ذلك،" حينئذٍ يتحقق بالفعل معنى الإدراك الذاتي. ولقد قلت "بصفة مبدئية" لأن هناك الكثير من المشكلات العملية التي يتوجب على باحثي الذكاء الاصطناعي حلها للتعامل مع هذين المعنيين. ومع هذا، يبدو أنه من الممكن على الأقل التعامل مع تلك المشكلات. في الواقع، إن المثال المذكور في الطريقة الثانية تم اختياره تحديداً لأن قرار عدم الهبوط في سان فرانسيسكو في الطقس السيئ يعد من القرارات التي تهدف النظم الحديثة لدعم القرارات إلى اتخاذها. في مجال الطيران (وغيره من الكثير من المجالات) غالبًا ما يكون من المهم اتخاذ القرار بصورة سريعة، مع الأخذ في الاعتبار ضرورة توفير قدر كبير من المعلومات المتنوعة الخاصة بالأمر. يحرز الذكاء الاصطناعي تقدمًا مستمراً في جعل اتخاذ هذه القرارات عملية آلية.

يعد المعنى الثالث لكلمة "الوعي" أكثر صعوبة بحيث لا يمكن ذكره في مفردات بسيطة. في عام ١٩٧٤، نشر الفيلسوف "توماس ناجل" دراسة مهمة زعم فيها أن هناك شيئًا مهمًا حول خبراتنا

الذاتية لا يمكن للعلم أن يدركه. يتمثل هذا الشيء في التجربة الخاصة باكتشاف الذات. طبقًا لـ "ناجل"، يتمثل السبب وراء عجز العلم عن مساعدتنا في معرفة أي شيء حول هذا الأمر في أنه مهتم بوضع قوانين عامة. إن اكتشاف الذات تجربة خاصة مضادة تمامًا لكل ما هو عام.

يُثار الكثير من الجدل حول هذا المجال في الوقت الحاضر من جانب الفلاسفة وكذلك علماء الأعصاب ومصممي الروبوت وعلماء الرياضيات. يعتقد البعض أنه لا يوجد بالفعل شيء يدعى اكتشاف الذات في الوقت الحالي. إن الأفكار الإبداعية المفيدة هي التي تمكنك من الاهتمام بنفسك والتخطيط لأمور حياتك في هذا العالم. على الجانب الآخر، يرى البعض أنه قد يكون هناك بالفعل اكتشاف للذات لكنه لا يحدث أي فرق. فالروبوت على سبيل المثال، قد يكون لديه جميع قدراتك العقلية دون أن يكون على وعي ودراية بما يقوم به. ولا يزال آخرون يعتقدون أن اكتشاف الذات أمر حقيقي وأنه يحدث فرقًا كبيرًا. على أي قارئ مهتم بهذا المجال أن يبحث عنه من خلال الاطلاع على المزيد حوله، حيث إنه يمثل موضوعًا شاملاً يثير جدالاً كبيرًا وفعالاً.

يصعب توضيح نتائج هذا الجدال الكبير بالنسبة للذكاء الاصطناعي والعلوم المعرفية على حد سواء. بالنسبة لكل من الافتراضين المتعلقين بإذا ما كان اكتشاف الذات أمرًا حقيقيًا أم لا وحول إذا ما كان مهمًا أم لا، توجد سلسلة من الآراء حول نتائج اكتشاف الذات بالنسبة للذكاء الاصطناعي. يرى بعض الفلاسفة أنه

نظرًا لأنه حقيقي بالفعل ومهم، فإن الذكاء الاصطناعي يعد إهدارًا للوقت. قد يجيب بعض الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي قائلين إنه سواء أكان اكتشاف الذات حقيقيًا أم لا وسواء أكان مهمًا أم لا فهو أمر يجب أن تحسمه التجربة وليس الفلاسفة. يعتقد البعض أن الأشياء التي تطورت بشكل صحيح يمكن أن تحقق وعيًا كبيرًا بالطريقة نفسها التي حققناها نحن البشر. لذلك، يهتم الكثير من هؤلاء بمحاكاة التطور كسبيل لتصميم الروبوت، وهو الأمر الذي تمت مناقشته في الفصل الثالث.

من ناحية أخرى، إذا كان الوعي أمرًا غير مهم أو مجرد أفكار إبداعية مفيدة، فإن بإمكاننا (على الأقل مبدئيًا) تصميم آلات ذكية دون أن يعيقنا دائمًا الجدل المثار حول الوعي. ومع هذا، هناك خلاف في هذا الصدد. يقول بعض الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي إن الوعي سمة من الممكن أن تظهر وتنبثق كنتيجة لتوفر إمكانيات معينة لدى أي كيان ذكي. بعبارة أخرى، على الرغم من أنه قد لا توجد طريقة لتضمين الوعي داخل الروبوت، فإنه إذا كان الروبوت متطورًا إلى حد كبير أو يتفاعل بشكل سليم مع البيئة، حينئذٍ سوف يظهر الوعي الخاص بذلك الروبوت. سيكون تصديق هذه الفكرة أمرًا شديد الإثارة غير أنه مناسب بالفعل. هناك طريقة واحدة للاستفادة من هذا الجدل بصورة عملية، وذلك من خلال إجراء بعض التجارب. وتلك هي المهمة التي يرى مصممو الروبوت أنهم يقومون بها. عندما صمم "أورفيل رايت" أول طائرة صغيرة في عام ١٩٠٣، اتضح أن جميع العلماء البارزين الذين كانوا (وظلوا) يزعمون أن هذا الأمر

مستحيل مخطئون وذلك من خلال تجربة واحدة حاسمة للطيران. بالطبع، إن تحديد إذا ما كانت الطائرة تطير أم لا أكثر وضوحًا من تحديد إذا ما كانت الآلة واعية أم لا.

ومن خلال إضافة موضوع تناول العلماء لبعض ذاتية المفاهيم من وجهة نظر ذاتية، يزداد الأمر صعوبة. فعلى سبيل المثال، إذا كان تفسير "ناجل" حول الوعي الذاتي أو اكتشاف الذات صحيحًا بعض الشيء، فإنه يمكن تجربة هذا النوع من الوعي فقط من وجهة نظر ذاتية. بعبارة أخرى، سيكون الروبوت وحده هو القادر على معرفة إذا ما كان واعيًا وذكيًا أم لا.

أود أن أقدم تعليقًا نهائيًا حول إمكانية اتسام الآلات بالذكاء. منذ بضع سنوات مضت، كان من ضمن مهامي في الجامعة البريطانية إغلاق أجهزة الكمبيوتر في معمل أبحاث الذكاء الاصطناعي. لكن، كان هناك جهاز واحد، كلما حاولت إغلاقه يصدر صوتًا مرتفعًا قائلاً: "لا يمكنك إغلاقي الآن، لقد صرت واعيًا" – ولم أتردد لحظة في إغلاق هذا الجهاز؛ لأن ما سمعته كان بالطبع نتيجة مزاح أحد الطلاب وليس نتيجة تقدم تم إحرازه في مجال الذكاء الاصطناعي. وإذا قال أحد باحثي الذكاء الاصطناعي مثل هذه المزاعم حول الوعي الذاتي، فبالطبع سوف يكون رد فعلي لذلك مماثلاً لما حدث.

تعريف الذكاء

لقد وعدت القارئ في مواضع عديدة بتقديم تحليل شامل لتعريف "الذكاء" لاحقًا في هذا الكتاب. وإنني آمل ألا يتسرع القراء

ويقومون بقراءة التعريف مباشرة مع إغفال الجزء التالي، لأن ما أقوله في هذا الصدد مترتب بالفعل على ما قيل من قبل. فلقد تم التطرق بالفعل إلى العديد من الموضوعات المهمة حول الذكاء في سياق هذا الكتاب.

على مدار هذا الكتاب، استخدمت التشبيه المجازي لتاريخ الطيران كوسيلة لفهم ما يحدث في مجال الذكاء الاصطناعي والعلوم المعرفية. لقد تم التوصل حاليًا إلى تفسير علمي عام سوف يشرح في يوم ما السلوكيات الذكية للإنسان والحيوان والآلة. سوف يكون هذا أحد فروع العلم العامة الذي سيقوم بدور مماثل لذلك الذي يلعبه علم الديناميكا الهوائية الخاص بالطائرات. إننا نعرف الآن أنه على جميع الطيور والحشرات التكيف مع القوانين العلمية الشاملة لعلم الديناميكا الهوائية.

بالطبع، يعد السلوك الذكي أكثر تعقيدًا من تصميم الطائرات. لن يكون من السهل تطبيق مثل هذه "الديناميكا الهوائية" في مجال الذكاء الاصطناعي. ومع هذا، فعلى الرغم من أن العمل في تطبيق أساليب علم الديناميكا الهوائية في أبحاث الذكاء الاصنطاعي لا زال في مرحلة مبكرة، فإنه في تقدم مستمر. نظرًا لأنه يسهل تنفيذ ذلك مع مجال علمي جديد واسع النطاق، فإن الكثير مما قلته وسوف أقوله سيكون جدير بالثقة.

لقد قام "جون سيرل" (ذلك العالم الذي أجرى التجربة الفكرية المشار إليها في الفصل الرابع) بالتمييز بين "الذكاء الاصطناعي متعدد الإمكانيات" و"الذكاء الاصطناعي محدود الإمكانيات". وبقدر

ما يعنيني هذا الفرق سوف أصنف هذا الكتاب ضمن نطاق "الذكاء الاصطناعي محدود الإمكانيات". لقد أسفر الذكاء الاصطناعي عن فهم عميق لتفكير البشر وسوف يستمر في ذلك. ومع هذا، فإن تقدم الذكاء الاصطناعي المستمر لا يستلزم تصميم وإنتاج آلات تفكر مثلنا نحن البشر. علاوةً على ذلك، إنني على يقين بأنه حتى لو تمكنت إحدى الآلات الاصطناعية في يوم ما من اجتياز اختبار "تورنج" على نحو موثوق به (ولقد ذكرت من قبل لماذا أعتقد أن هذا الأمر غير محتمل بصورة كبيرة)، فمن المستبعد أن يكون تفكير تلك الآلة مشابهًا لتفكير الإنسان.

وهكذا، قد تتساءل عن السبب وراء استخدامي لكلمة "التفكير" في سياق حديثي عن آلة محتمل وجودها في المستقبل. إن حصر تلك المفاهيم على الإنسان وعلى الطريقة المتميزة التي يؤدي بها المهام الموكلة إليه باعتباره حقيقة الكون المركزية يعد ضربًا من التعالي والغطرسة. فالآلات الحاسبة، على سبيل المثال، تقوم بنفس المهمة التي يقوم بها الإنسان وهي إجراء العمليات الحسابية لكن في ضوء استخدام طرق مختلفة تمامًا. لكن، لا تزال المهمة التي يقومان بها واحدة. ينطبق الأمر نفسه على الذكاء. سوف يفكر الكثيرون من القراء في طبيعة ذكائهم كلما استخدمت تلك الكلمة، رغم أنني لا أؤيدهم في ذلك. ومرة أخرى، من غير المفيد على الإطلاق التفكير في الذكاء من تلك الناحية التي تؤيد فكرة أن الإنسان هو حقيقة الكون المركزية. ربما يكون قياس نسبة الذكاء من خلال إجراء اختبار للذكاء هو آخر طريقة قد تساعدنا في دراسة طبيعة الذكاء.

يتمثل السبب وراء عدم جدوى قياس نسبة الذكاء بصفة خاصة في أنها وسيلة غير مفيدة نظرًا لأنها تقيس نسبة الذكاء بناءً على معايير كمية - أي تتعامل معه من خلال بعد واحد فقط. إن وصف الذكاء من خلال قيمة عددية واحدة يعد أمرًا مضللاً. تميل الاختبارات التي تقيس نسبة الذكاء كذلك إلى قياس القدرة على حل المشكلات النظرية. ومثلما رأينا، فإن مصممي الروبوت يميلون إلى الاهتمام على نحو أكبر بقدرة الروبوت على تجنب الاصطدام بالأثاث أكثر من قدرته على حل المشكلات النظرية. ولكن، يعد هذان الأمران في النهاية مجرد جزأين صغيرين من المنظومة الكلية للذكاء. من ضمن الدروس العديدة المستفادة من الذكاء الاصطناعي أننا لا نستطيع تحديد نسب الذكاء باعتبارها ظاهرة معقدة متعددة الأبعاد باستخدام أرقام ثابتة. فعندما نستخدم كلمة "ذكي" لوصف السلوك، لا نقصد بذلك الحديث عن خاصية واحدة.

إن حل إحدى المشكلات النظرية ما هو إلا جزء من منظومة كلية مثل لعبة الصور المتقطعة. يجب أن نضع في اعتبارنا البيئة والدروس المستفادة من علم تصميم الروبوت الذي يعمل في ظروف معينة. هناك تفسير مختلف بعض الشيء للأداء الذكي سوف يظهر إذا ركزنا اهتمامنا بشكل أكبر على تجنب اصطدام الروبوت بالأثاث أكثر من اهتمامنا بممارسة لعبة الشطرنج. يمثل وضع هذين الأمرين المتمثلين في تجنب اصطدام الروبوت بالأثاث وقدرته على حل المشكلات في إطار عمل شامل مشكلة كبيرة، لكنها تحتاج إلى حل.

عليك أن تتذكر الحكاية الرمزية التي ذكرها "بروكس" الخاصة بطائرة البوينج ٧٤٧. كلما تحدثنا عن الذكاء في هذا الصدد، سوف يظهر ما يدفعنا للتفكير في ذكاء البشر. هناك شيء واحد أظهره الذكاء الاصطناعي بشكل حاسم على مر السنين، ألا وهو أن ذكاء البشر معجز بالفعل. فكل ما نراه حولنا (وداخلنا) بصورة مستمرة دليل على قوة هذا الذكاء وتعدد استعماله وتفنن البشر في استخدامه. ويكفي الآن دليلاً على ذلك ما حققه الإنسان في مجال الذكاء الاصطناعي. ومع ذلك، فكل ما تم تحقيقه الآن من خلال الكمبيوتر والروبوت لهو أقل بكثير مقارنةً بذكاء البشر بحيث لا يستحق أن يذكر.

هناك سبب أهم وراء عدم دراسة ذكاء البشر بصورة شديدة الواقعية. بعض التفسيرات الخاصة بتطور ذكاء البشر تشير إلى وجود الكثير مما لم يتم تطوره لتلبية الاحتياجات الوظيفية البحتة. ويتمثل السبب وراء ذلك في أن ذكاء البشر ربما يكون مثل ذيل الطاووس الضخم والرائع. فذيل الطاووس لا يساعده على القتال أو الطيران أو تناول الغذاء. فعليًا، في ضوء المصطلحات الخاصة بالديناميكا الهوائية يعد هذا الذيل بالفعل حجر عثرة. فكل ما يفعله هذا الذيل للطاووس هو مساعدته في إيجاد القرين. ولقد صارت أنثى الطاووس تختار القرين على أساس حجم الذيل. يبدو من المحتمل أن الكثير من سلوكيات البشر - وخصوصًا في الموسيقى والشعر وما إلى ذلك - كان نتاجًا لمثل هذه الفكرة المذكورة في التشبيه سالف الذكر. إذا كان الأمر كذلك، فلن يكون من المطلوب

فحسب مراعاة قدرة ومرونة ذكاء البشر الذي يشتت انتباهنا عند تصميم ذكاء اصطناعي. إن الكثير مما نراه عند دراسة ذكاء البشر مشابه لذيل الطاووس - فهو لا يتطور لمساعدتنا في القتال أو تناول الغذاء أو البقاء على قيد الحياة، إنه مصدر للتباهي فحسب. في هذه الحالة، فإن السبب الوحيد وراء إجراء الأبحاث الخاصة بذكاء البشر هو فضول العلماء لمعرفة المزيد عن البشر.

إن الذكـاء الاصطناعي هو بالفـعل أمـر من صنـع الإنســان. والمحاولات القليلة والبسيطة التي جرت باستخدامه قد دلت على أنه يبدو مغايرًا تمامًا للذكاء الفطري الذي يتمتع به الإنسان. ومع هذا، فهو يعد نوعًا من أنواع الذكاء.

الفصل السادس
الاتجاهات الراهنة والمستقبلية للذكاء الاصطناعي

يستعرض هذا الفصل أولاً تأثير الذكاء الاصطناعي على المجتمع ككل. وعلى الرغم من وجود حاجة ماسة إلى إجراء مناقشة عامة منظمة حول الذكاء الاصطناعي، فهو بوجه عام يعد تكنولوجيا مفيدة للغاية. ثانيًا، يدرس هذا الفصل أحد المجالات الغريبة بعض الشيء التي نرى فيها تعاونًا مشتركًا بين البشر وتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي؛ ألا وهو مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في الفنون. لإتمام الحديث عن هذا الموضوع، سنتطلع إلى استشراف المستقبل القريب للذكاء الاصطناعي.

الآثار الاجتماعية للذكاء الاصطناعي

لقد لعبت جميع أنواع التكنولوجيا تقريبًا دوراً كبيراً في تغيير حياة الشعوب والمجتمعات - غالبًا ما يكون هذا التغيير تغييراً كبيراً يصعب معه تمييز الشيء أو الشخص الذي خضع للتغيير. فعلى سبيل المثال، إذا سافر قراء هذا الكتاب خلال آلة الزمن إلى مجتمع ما قبل الصناعة، فسوف يعد هذا المجتمع بالنسبة لهم بيئة غريبة يصعب التعامل معها. قد يتمكن قليل منهم من اصطياد الحيوانات وزراعة القدر الكافي من الطعام ناهيك عن بناء ملاذ آمن، وقد لا يستطيع الكثير منهم التكيف مع هذا المجتمع على الإطلاق.

إن وجود الزراعة والطرق والتليفونات والقطارات وما إلى ذلك يشير إلى أننا نعيش حياة مختلفة تمامًا عن أسلافنا. إننا جميعًا نعد

نتاجًا لهذه التكنولوجيا أكثر من مجرد كوننا مستفيدين منها. بعبارة أخرى، إننا غالبًا ما نحدد طبيعة أنفسنا وأدوارنا في ضوء التكنولوجيا. ولا يقف هذا الأمر عند مجرد وصف الأنشطة التي نقوم بها في ضوء المصطلحات التكنولوجية فحسب - أي عندما نقول إننا نمارس القيادة أو الإبحار أو الرسم. ذلك، حيث إن الأنشطة التي نقضي فيها وقتنا حاليًا لا تمثل أي معنى بالنسبة لسكان المجتمعات البدائية. على العكس من ذلك، فإنها تمثل لنا الكثير ناهيك عن أننا نقضي الكثير من الوقت في مشاهدة التليفزيون والتواصل من خلال التليفون والبريد الإليكتروني وما إلى ذلك.

من المرجح أن يكون للذكاء الاصطناعي تأثير كبير بوصفه أحد أنواع التكنولوجيا مثلما كان للأنواع السابقة الأخرى من التكنولوجيا مثل هذا التأثير. ثمة شيء مهم يميز الذكاء الاصطناعي يتمثل في تأثيره على الطريقة التي نفكر بها في أنفسنا. وقد تناول الفصل السابق الحديث عن الطريقة التي ينقل من خلالها الذكاء الاصطناعي أفكاره وأساليبه المميزة المتبعة في دراسة العالم المحيط. ومع ذلك، فإن هذا المزيج المتميز من الأفكار والتكنولوجيا يميز أيضًا آثار الذكاء الاصطناعي على المجتمع ككل.

الآثار الاجتماعية لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي

يوجد مبدأ اقتصادي عام يشير إلى أن الأنواع التكنولوجية الجديدة غالبًا ما تتسبب في حدوث بطالة خلال المرحلة الانتقالية للمجتمعات. ويعقب هذه المرحلة وجود مستويات أعلى من النشاط الاقتصادي والعمالة وذلك من خلال تطبيق التكنولوجيا الجديدة

على نطاق واسع. بالتأكيد، قد تشهد هذه المرحلة وجود بعض الاضطرابات والمعاناة.

إن ظهور مثل تلك المستويات العليا من النشاط الاقتصادي والعمالة التي تعقب تلك المرحلة الانتقالية عادةً ما لا يمثل نتاجًا لأنماط العمالة التي كانت موجودة قبل ظهور التكنولوجيا الحديثة. جدير بالذكر أنه سوف يكون هناك الكثير من الوظائف والأسواق الجديدة التي قد تختلف تمامًا عن نظيرتها التي كانت موجودة من قبل. ومن المؤكد أن يحدث ذلك في مجال تكنولوجيا المعلومات. وبالمثل، لن يختلف الذكاء الاصطناعي عن التأثر بهذا الاتجاه العام.

بالطبع، يعتقد البعض أن الذكاء الاصطناعي مختلف عن غيره. ففي الثورة الصناعية الأولى، حلت الآلات محل الكثير من الأعمال اليدوية. وبالنسبة لثورة تكنولوجيا المعلومات، حلت الآلة محل الكثير من الأعمال الإدارية الروتينية. فعلى سبيل المثال، في عالم اليوم الذي يعتمد على الكمبيوتر بصورة أساسية لا نرى أي إعلانات تطلب موظفي أرشيف. يرى الكثيرون أن تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي سوف تغزو الكثير من المجالات الفكرية الصعبة مثل مجال صنع القرارات والتشخيص الطبي وربما التدريس أيضًا.

وأول ما يقال حول هذا الأمر إن التكنولوجيا الحالية لا تمثل أي تهديد على عمل المديرين والأطباء والمعلمين. وعلى الرغم من أن الذكاء الاصطناعي يسهم بالطبع إسهامًا كبيراً في مجالات التدريس والطب والإدارة الحديثة، فإنه لم يتسبب في وجود مستوى كبير من فائض العمالة ولا يُحتمل أن يتسبب في ذلك خلال المستقبل القريب.

ثمة ملاحظة ثانية قد تكون أكثر أهمية، وهي أن تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي الحالية والمستقبلية لديها قدرة أكبر على أن تحل محل الوظائف عالية التخصص بما يفوق قدرتها على أن تحل محل الوظائف العامة التي يقوم بها الإنسان. ثمة مثال على ذلك في مجال الطب. لقد رأينا في الفصل الثاني مدى إمكانية تضمين نظم ذكاء اصطناعي يفوق أداؤها أداء المتخصصين من الأطباء البشريين في مجال تخصصهم. فإذا كان الطبيب المتخصص يعتمد على معرفته التفصيلية بمجال محدود التخصص نسبيًا في عمله - مثلما يفعل الكثيرون من الأطباء الاستشاريين، فعليه أن يكون أكثر قلقًا من الممارس العام بشأن ما يمثله الذكاء الاصطناعي من تهديد عليه؛ حيث من الممكن أن يحل محله بشكل كبير. إن الطبيب المتخصص الذي يستخدم في عمله قدراً كبيراً من المعرفة العامة ومهارات التفاعل الإنساني سيكون إلى حد كبير أقل عرضة لهذا التهديد الذي تشكله تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي.

وختامًا، من الواضح أن البشر يتمتعون بنعمة الذكاء وأن جميع أنواع التكنولوجيا ينبغي أن تسهم في تحسين حياة البشر. ومع ذلك، فإن استبدال ذكاء البشر بالتكنولوجيا لا يعد تطوراً مرغوبًا فيه. هذا فضلاً عن أنه غير مجدٍ على الإطلاق ودون معنى بوجه عام، مثلما رأينا. من ناحية أخرى، يوجد العديد من التطبيقات المناسبة للذكاء الاصطناعي التي تثري حياتنا كبشر، وينبغي توجيه الذكاء الاصطناعي نحو هذه التطبيقات.

يتمثل المثال الجيد على استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في أنها سوف تمكننا من أن نصبح أكثر ذكاءً على نحو فعال. ومثلما يقوم الحفار الآلي بزيادة حجم الحفرة بصورة كبيرة عما يمكن للإنسان الوصول إليه، فإن استخدام الأدوات الآلية لمعالجة المعلومات - مثل تقنية تنقيب البيانات - يمكنها أن تزيد بصورة هائلة من الفكر الذي يمكن للإنسان الوصول إليه. بإمكان الذكاء الاصطناعي أن يزيد من مستوى ذكاء البشر. علاوةً على ما سبق، فإن استخدام الآلات للمساعدة في إيجاد المعلومات ومعالجتها سيزيد من معدل ذكاء البشر بدرجة كبيرة.

لكن توجد بعض العقبات في سبيل تحقيق ذلك. ويوضح التاريخ الإنساني أن الأفراد ذوي السلطة دائمًا ما تكون لديهم نزعة ثابتة لمنع الأفراد الخاضعين لسلطتهم من التفكير بصورة عميقة. حتى أن التاريخ القصير لمجال تكنولوجيا المعلومات يشير إلى استخدامها بصورة رئيسية لمنح السلطة والنفوذ لممارسي الأنشطة التنفيذية والإدارية على حساب غيرهم ممن هم أدنى منهم في المرتبة الوظيفية. إن تقنية تنقيب البيانات تعد تقنية شديدة الفاعلية، ولكنها غالبًا ما تُستخدم من قبل هؤلاء من ذوي السلطة للاستفادة من غيرهم بما يفوق استخدامها من جانب الخاضعين لسلطتهم. من ناحية أخرى، قد يشعر بعض القراء بالانزعاج إذا ما عرفوا مدى الدقة المتبعة في عرض لمحة عن عاداتهم في الإنفاق. فلقد أتاحت تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي الفرصة للتنبؤ الدقيق للغاية الناجم من عرض مثل هذه اللمحات.

سيكون من الجيد إجراء مناقشة عامة واسعة النطاق حول استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي. ونظراً لأنها تكنولوجيا فعالة، فإنها غالبًا ما تميل بصورة كبيرة إلى زيادة الفروق بين هؤلاء ممن يتمتعون بالسلطة والثروة وغيرهم ممن يفتقرون لكلتيهما. ينطبق مثل هذا الأمر على المحيط المحلي، داخل شركة مثلاً. فهناك، يستطيع المديرون مراقبة النشاط الفعلي للموظفين والمحادثات التليفونية والبريد الإليكتروني وما إلى ذلك من الأنشطة التي يقوم بها موظفوهم. ويمكنهم استخدام تقنية تنقيب البيانات (وهم يستخدمونها بالفعل) لعرض لمحات موجزة عن العملاء والموظفين وعمليات التعيين المحتملة. ولا يبدو من الواضح أن تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تفيد العملاء أو الموظفين بالدرجة نفسها. لذلك، قد يؤدي هذا الأمر إلى اختلال ميزان القوى داخل الشركات.

ويتضح هذا الأمر كذلك على المستوى العالمي؛ حيث يزيد الذكاء الاصطناعي من الفروق بين تلك الدول التي تمتلك هذه التكنولوجيا وغيرها ممن تفتقر لها. لقد كان الذكاء الاصطناعي وما زال يتلقى نسبة كبيرة من الدعم المالي سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة من قبل الأوساط العسكرية في بضع دول غنية. إن الأوساط العسكرية على استعداد لدعم أبحاث الذكاء الاصطناعي بدقة نظراً لأنه يمثل تكنولوجيا فعالة. قد تكون إسهامات الذكاء الاصطناعي في العمليات العسكرية الحديثة غير ظاهرة بصورة كبيرة ولكنها حقيقية بالفعل. ومثلما هي الحال في التطبيقات المذكورة في الفصل الثاني، يمكن للذكاء الاصطناعي المساهمة في عمليات

التخطيط ووسائل النقل والإمداد والاتصال ودعم القرارات. إن إسهامات الذكاء الاصطناعي في هذه المجالات واضحة للغاية، كما أنها تجعل الدول التي تستخدمه أكثر قوة من الناحية العسكرية عن غيرها من الدول التي لا تستخدمه.

شأنه شأن جميع أنواع التكنولوجيا الأخرى، يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي بطريقة ينجم عنها نتائج اجتماعية سلبية أو نتائج اجتماعية إيجابية. وبالمقارنة مع الأشكال التكنولوجية الأخرى المعاصرة مثل الانشطار النووي والهندسة الوراثية، فبصورة عامة لا يبدو أن الذكاء الاصطناعي يمثل تهديداً أو مصدر خطورة على المجتمعات. وعلى الرغم من ذلك، فهناك بعض القضايا الاجتماعية المهمة التي يجب وضعها في الاعتبار - وخصوصًا تلك التي تتعلق بتحديد الجهات التي ستستفيد من هذه التكنولوجيا والجهات التي ستخسر من جراء استخدامها. لا بد أن يكون ذلك هو الموضوع الرئيسي في المناقشة العامة التي ذُكرت سلفًا. ويعد ذلك الموضوع موضوعًا ملحًا وواقعيًا - على النقيض مما تتم مناقشته كثيراً حول إمكانية تحكم الآلات في مقاليد الأمور في العالم.

دور الروبوت في المستقبل

هناك بعض القصص المخيفة والمرعبة التي تم تأليفها حول إمكانية تحكم الروبوت في العالم. في الحقيقة، يرجع السبب في ابتكار لفظ "روبوت" في حد ذاته إلى أولى هذه القصص التي أبدعها "كاريل كابك" في عام ١٩٢٠. وقد قُدمت هذه القصص في البداية كنوع من الفنون، ثم تحولت وظيفتها إلى إخبارنا أموراً عن أنفسنا ومخاوفنا بصدد دور الروبوت في المستقبل.

إنني آمل الآن ألا يمكن للأنواع التكنولوجية التي ورد ذكرها في هذا الكتاب التحكم ولو في خزانة لحفظ الملفات، كما أتمنى ألا تسيطر فكرة تحكم الروبوت في العالم ككل في المستقبل القريب. حتى إذا بدأت هذه الأنواع التكنولوجية في إظهار هذه الإمكانية، فإنني آمل أن يكون في استطاعتنا السيطرة عليها بسهولة. ولكن يبقى السؤال، ما السبب وراء استمرار أسطورة تحكم الروبوت في العالم؟

في المقام الأول، لا بد من القول إن البعض ينظرون إلى سيطرة الروبوت على العالم من الأمور شديدة الإيجابية. على سبيل المثال، يرى "هانز مورافيك" - أحد الباحثين البارزين والذي تمكن من تصميم روبوت في إحدى الجامعات الأمريكية منذ عام ١٩٨٠ - أن إحلال الروبوت محل البشر لاحقًا في ذلك القرن أمر إيجابي للغاية. ويضيف "هانز" موضحًا أنه يمكننا التحكم في أجهزة الروبوت بسهولة وسوف تساعدنا في قضاء حياة سعيدة. فسوف تأخذ هذه الأجهزة على عاتقها المبادرة بجرأة وتنقل الثقافة الإنسانية إلى الفضاء الخارجي.

يتوقع "مورافيك" أن يكون المعدل المستقبلي للتقدم في الذكاء الاصطناعي أسرع بعض الشيء مما كان عليه في القرن العشرين. ولكن في المستقبل القريب، يبدو أنه لا توجد فرصة كبيرة لتحكم الروبوت في القدرات الفكرية للبشر بالطريقة التي يصفها "مورافيك". بالإضافة إلى أن "مورافيك" وغيره من الكتاب ممن يتحدثون عن احتمال سيطرة الآلات على البشر غالبًا ما يغفلون المدى الذي وصل إليه البشر في مجال الإبداع الفكري. يرى هؤلاء

الكتاب أن ذكاء البشر لم يتطور منذ العصر الحجري، الأمر الذي ليس صحيحًا بالمرة. ذلك، حيث استطاعت البشرية بأسرها أن تتطور في البداية بالاعتماد على مجالي الزراعة والصناعة ثم سرعان ما تطور مجتمع ما بعد الصناعة، وهو ما يدل على قدرة البشر على التكيف مع عصر الآلة الذكية. فالتكنولوجيا التي لدينا ليست نداً لنا وإنما تمثل وسيلة مساعدة يمكن الاعتماد عليها بصورة متبادلة وتجمعنا بها علاقة تعاون. والمصطلح البيولوجي المناسب في هذا الصدد هو "المعايشة"؛ حيث يبدو هذا المصطلح مجسداً في العلاقة الرائعة بين الذكاء الاصطناعي والفن، وهو المجال الذي سيتم استعراضه بإيجاز في الجزء التالي.

في المستقبل القريب، على الرغم من أن جميع الآلات سوف تصبح أكثر ذكاءً دون شك، فلا يبدو أنها سوف تمثل أي خطر كبير على البشرية. فسوف يميل البشر إلى استخدام الذكاء الاصطناعي لزيادة مستوى ذكائهم الفطري - مثلما نستخدم غالبًا تكنولوجيا المعلومات في الوقت الحاضر. قد يمنح هذا الأمر المزيد من السلطة لمجموعات ودول معينة، غير أنه سوف يمكن معظم الناس من تحقيق إنجازات أكثر مما يحققونها في الوقت الحاضر.

وقد تتساءل قائلاً: "ماذا عن المستقبل البعيد؟". إذا ما توقفنا عن التطلع للمستقبل البعيد بصدد مجال الذكاء الاصطناعي، فسوف يظل تحكم الروبوت في الأمور أمراً مستبعداً إلى حد كبير. إن الذين يطرحون مثل هذه القصص المخيفة عن تحكم الروبوت في العالم غالبًا ما يتجاهلون العملية التي يحدث هذا الأمر من خلالها.

على سبيل المثال، لقد اتضح أنه لا يمكننا السيطرة على الروبوت بسهولة عندما نريد ذلك؛ نظراً لأن هذه الأجهزة صارت أكثر ذكاءً بصورة سريعة. يقال في بعض هذه القصص إن هناك منظمة عسكرية تصمم أجهزة روبوت مدمرة بدرجة كبيرة. أحيانًا، يستنتج الكتاب ببساطة أنه من المتوقع أن يتم تطوير آلات أكثر ذكاءً، ويزعمون أن المستوى الحالي لذكاء البشر لن يتغير على الإطلاق.

لا يمكننا بالفعل تجاهل التفاصيل الخاصة بكيفية احتمال استيلاء الروبوت على مقاليد الأمور. إن العملية التي من خلالها قد يكون هذا الأمر محتملاً تتصف بالأهمية نظراً لأنها هي التي ستحدد ما يمكننا القيام به لمنع حدوث هذا الأمر. بمجرد أن يتمسك أنصار هذه الفكرة بالتفاصيل الخاصة بكيفية حدوث هذا الأمر، فسوف يتضح ما يمكننا القيام به وما علينا فعله لمنع حدوث هذا الأمر. بإمكان البشر اتخاذ خطوات للتحكم في التطورات الخطيرة في العلم، بل وعليهم القيام بذلك. ولكن، ربما نحتاج أولاً إلى دراسة التحكم السياسي في الأبحاث العسكرية وتغيير هذا الأمر. فجدير بالذكر أن هناك قرارات سياسية تتخذ حول كيفية إدارة حياتنا في الوقت الذي يبدو فيه أن الذكاء الاصطناعي لا يلعب دوراً رئيسيًا في مثل هذه القرارات.

من ناحية أخرى، توجد الكثير من الأسباب المهمة والوجيهة وراء عدم الحاجة إلى القلق إزاء احتمالية أن يحكم الروبوت العالم. لا يتعلق الأمر ببساطة بالهدف الذي تم تصميم الروبوت لأجله.

فهناك الكثير من الكائنات التي تم تطويرها باستخدام الوسائل العلمية الحديثة بالفعل للسيطرة على العالم. فلنأخذ زهرة الربيع كمثال على ذلك. إن التاريخ التطوري لهذه الزهور أوضح أنها تنتشر على مساحات شاسعة، وما زالت هذه الزهور تقوم بذلك إلى الآن. من ناحية واقعية تمامًا، فإن التطور جعل تلك الزهور تتنافس دائمًا للحصول على مزيد من الموارد المتوفرة في البيئة. جدير بالذكر أن الكائنات الحية وحيدة الخلية، مثل البكتريا، أكثر خطراً في هذا الصدد؛ فلقد تم تطويرها بهدف الاستيلاء على كل المساحة المتوفرة، بل إنها قد تقتل جميع البشر في أثناء محاولتها القيام بذلك. ومقارنة بهذه الزهور، لم يتم برمجة الروبوت أو تطويره ليمثل أي تهديد. والأكثر من ذلك أنه نظراً لأننا نستطيع فهم الروبوت والتحكم فيه على نحو أفضل بكثير من قدرتنا على التعامل مع زهرة الربيع والبكتريا، فليس هناك شيء يدعو للقلق.

على الرغم من أن أجهزة الروبوت ليست على وشك التحكم في العالم، فإن هذا لا يعني عدم وجود شيء خطير يجب مناقشته حول علاقتنا مع هذه الأجهزة. في الحقيقة، يوجد عدد كبير من القضايا الاجتماعية والقانونية والأخلاقية التي قد تظهر عندما نتساءل عن كيفية ممارسة حياتنا في وجود آلات أكثر ذكاء منا.

ربما تكون هناك قضية واحدة غالبًا ما يتم مناقشتها من قبل الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي ومن قبل بعض كتاب الخيال العلمي، ألا وهي الفكرة المعاكسة لفكرة سيطرة الروبوت على العالم. وهذا يمثل السؤال الخاص بإمكانية إساءة البشر معاملة الروبوت

بصورة منتظمة. إذا ما صممنا آلات قادرة على الشعور بالمعاناة بصورة فعلية (وهذا الشرط لم يتحقق بعد)، فسوف يكون من الخطأ إساءة معاملتها. لا يمثل ذلك الأمر مشكلة حالية، كما أن هناك خطوات يمكن اتخاذها لمنع أن يصبح ذلك الأمر مشكلة. من ضمن أهم هذه الخطوات ربما تكون من خلال منع تصميم آلات بها قدرة على الشعور بالمعاناة بصورة فعلية. يعتقد البعض أن الأمر لن يكون بهذه البساطة، وأن أية آلة ذكية بصورة فعلية سوف تكون قادرة على الشعور بالمعاناة والسعادة. ولكن من الناحية العلمية، لا زلنا غير متأكدين من إمكانية حدوث ذلك الآن.

لقد ساعدنا العلم في معرفة شيء واحد فحسب، ألا وهو أن البشر قد تكون لديهم نزعة للاتسام بالقسوة؛ ومن ثم قد تتمثل المشكلة في وجود المزيد من الصعوبات الخطيرة الأخرى أكثر من مشكلة سيطرة الروبوت على العالم. حتى لو اتضح أنه من الممكن تضمين الشعور بالمعاناة الحقيقية داخل أحد أنواع الآلات ثم استطعنا منع البشر من تصميم مثل هذه الآلات، سوف يظل هناك شيء يبعث القلق بخصوص إصدار قانون يبيح بصورة أساسية للبشر إساءة معاملة الروبوت. ولذلك، يتمثل مصدر القلق الرئيسي في أننا نتغاضى عن السلوك القاسي للبشر بصورة فعلية.

إن صناعة ألعاب الكمبيوتر تدر ربحًا يفوق ذلك الناتج عن صناعة السينما الأمريكية. كما أن الشعبية المتزايدة لمثل هذه الألعاب تظهر أنها صارت من ضمن المتطلبات الإنسانية المهمة. إذا

كانت القسوة هي الطابع السائد لدى البشر - وهو ما يظهر في إقبال الكثير من الأفراد على شراء ألعاب الكمبيوتر العنيفة، فإن الوضع بالنسبة لأجهزة الروبوت في هذا الصدد ليس مبشراً على الإطلاق.

الذكاء الاصطناعي والفنون

في الثقافة الغربية، هناك فصل خاطئ بين الفن والعلم؛ حيث يعتبر البشر الجمع بينهما لدراسة العالم ليس صوابًا حتى في الوقت الذي يكونان فيه متفقين بعض الشيء. إن التفاعل بين الذكاء الاصطناعي والفن يقدم رأيًا مختلفًا لذلك. ويوجد عدد من الأدلة التي تؤكد على إمكانية الجمع بين الذكاء الاصطناعي والفن. أولاً، لقد استخدم الفنانون برامج الذكاء الاصطناعي وأجهزة الروبوت في جميع أنواع الفنون. ثانيًا، لقد قام الكثير من باحثي الذكاء الاصطناعي بدراسة الفن حتى يتمكنوا من فهم كيفية الاستفادة من الذكاء بوجه عام على نحو أفضل في هذا الصدد.

إن هذا الجمع بين العلم والفن له أبعاد كثيرة؛ حيث كانت هناك الكثير من المحاولات لكتابة قصص وقصائد شعرية باستخدام برامج الذكاء الاصطناعي. تعتمد هذه البرامج على المعرفة إلى حد كبير. قد يبدو غريبًا للوهلة الأولى التفكير في كون الإبداع معتمداً على المعرفة، غير أن هذا من ضمن الأفكار المهمة التي تنساب نحو كلا الاتجاهين عبر الفصل المفترض بين الفن والعلم في هذا المجال. على سبيل المثال، وضع "بول هودجسون"، وهو أحد عازفي موسيقى الجاز المحترفين، برنامجًا يسمى Improviser. يؤدي هذا البرنامج

تقسيمات موسيقى الجاز على غرار أسلوب العازف الشهير "تشارلي باركر". هناك شيء واحد مثير حول هذا البرنامج، ألا وهو أنه يضم قاعدة معرفة لأكثر التقسيمات شائعة الاستخدام في الموسيقى الغربية. ولعلك تتساءل: "أليس تقسيم موسيقى الجاز يتعلق بخرق القواعد الموسيقية فحسب؟" نعم إن الأمر كذلك، لكن اتضح أن معرفة القواعد الموسيقية تعد من ضمن العوامل الأساسية لخرقها بصورة تتسم بالإبداع.

لقد قام الكثيرون بوضع برامج لكتابة الشعر. ووصولاً إلى هذه المرحلة، آمل أن يدرك القراء أن الدافع وراء مثل هذا العمل ليس استبدال الفنانين البشر بالآلات. وفي الغالب يكون الهدف من هذه الطريقة استكشاف القواعد المعقدة الكامنة وراء الطريقة التي يتبعها البشر في القيام بذلك. عليّ أن أعترف بأنني لست ممن يتأثرون بالشعر الذي تكتبه برامج الكمبيوتر بالطريقة نفسها التي أتأثر بها عند سماع بعض أبيات الشعر التي يكتبها البشر. ومع هذا، فعليّ أيضًا أن أقر بأن الشعر الذي تكتبه برامج الكمبيوتر يتحسن ولكن على نحو بطيء. تجدر الإشارة هنا إلى أن لدي بعض الملاحظات المشابهة حول القصص التي تكتب عن طريق برامج الكمبيوتر أيضًا.

هناك سؤال مثير حول مدى ثقتنا في أن أجهزة الكمبيوتر سوف تنتج مثل هذه القصص والأبيات الشعرية ونغمات موسيقى الجاز. ربما كل ما يمكننا الوثوق فيه حاليًا هو المبرمجين الذين يضعون القواعد. ولكن الأمر ليس بسيطًا. فمن ناحية، يمكننا القول إن المبرمجين

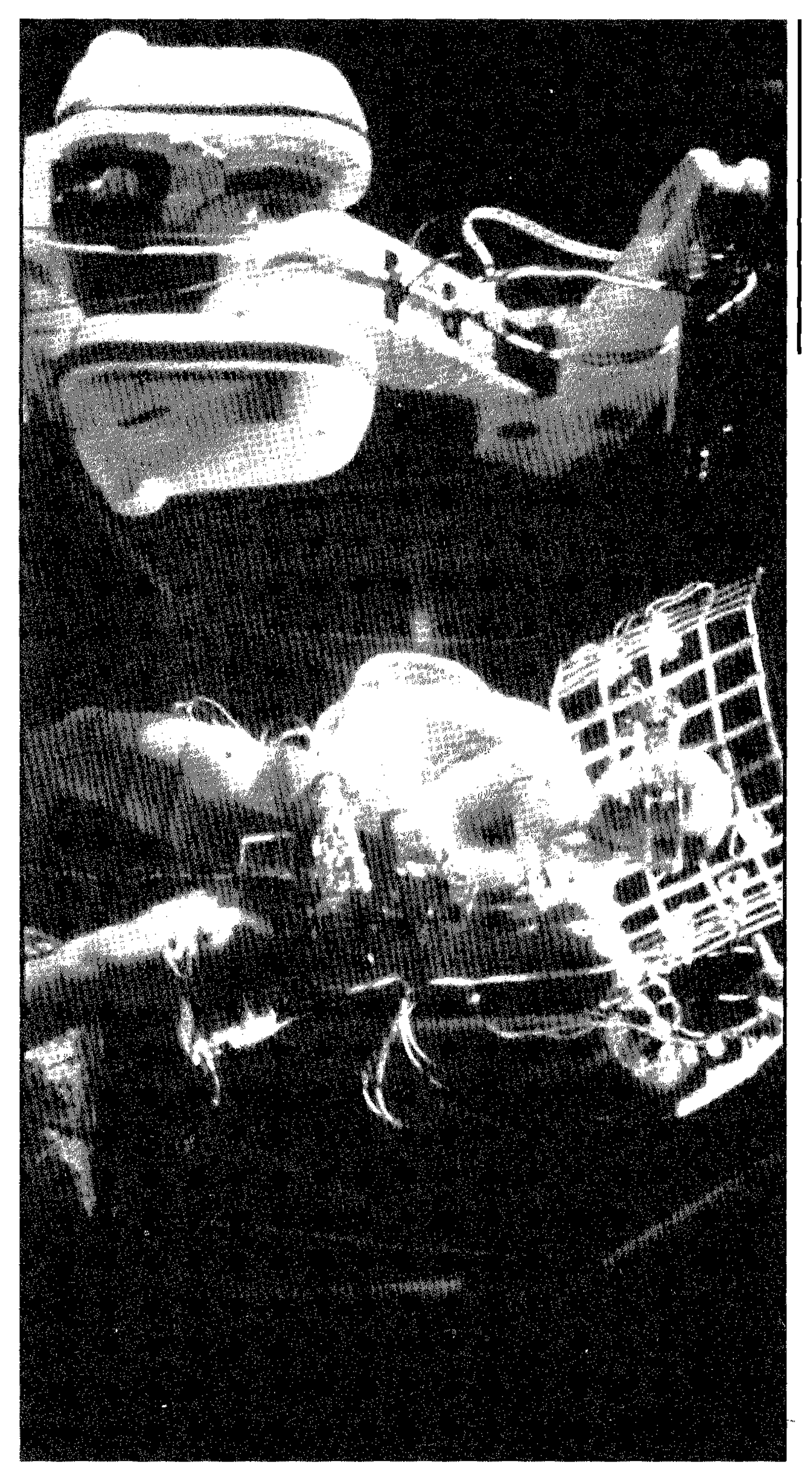
يستخدمون ببساطة الذكاء الاصطناعي كوسيلة لتعزيز ما لديهم من ملكة الإبداع. ومن ناحية أخرى، يمكننا القول إن "هودجسون"، على سبيل المثال، قد أضاف إمكانات إلى برنامج Improviser تمكنه من العزف بمفرده بسهولة. ولكن قد لا يمكن للبرنامج بمفرده التحكم فيما يتم عزفه بالفعل في أية مناسبة لصعوبة القيام بهذا الأمر دون تدخل من مشغله. أعتقد أنه دائمًا ما تضم أفضل أعمال الفنون الناتجة عن الذكاء الاصطناعي مشاركة فنانين محترفين يفضلون استخدام الكمبيوتر، مما يعكس تلك المعايشة الرائعة بين الإنسان والذكاء الاصطناعي.

لقد درسنا تقريبًا إلى الآن وسائل الذكاء الاصطناعي المعتمدة على المعرفة، إلا أن ظهور علم الكمبيوتر التطوري شهد كذلك تطوير الكثير من الأعمال الفنية المعتمدة على التقنيات التطورية. إذا استخدمت برامج مثل اللوغاريتمات الجينية لإنشاء أنماط - فلنقل على القماش أو في الصوت - فغالبًا ما ستكون رائعة الجمال. هناك سبب واحد وراء ذلك، ألا وهو أنها تتبع إلى حد ما قواعد علم الرياضيات الخاصة بالحياة العادية. لقد بدأ الفنانون في استكشاف الكثير من هذه الإمكانات. في تلك الحالة، قد يصعب القول إن الكمبيوتر مجرد آلة، نظراً لأن الأنماط نفسها تطورت بطريقة مماثلة تمامًا للتطور الطبيعي. عندما يطور الفنانون كائنات افتراضية في بيئة افتراضية، فإنهم من الممكن أن يستغلوا أنشطة هذه الكائنات في إنشاء أنماط فنية.

لقد عرف الكثيرون من الفنانين المعاصرين الذكاء الاصطناعي وضمنوه في أعمالهم من خلال طرق مثيرة وباعثة على التفكير. ومثلما هي الحال من حيث تكرار الموضوعات في مؤلفات الخيال العلمي، غالبًا ما يتم تضمين برامج الذكاء الاصطناعي الواقعية المعاصرة في الروايات. لقد استخدم الروائيون مكان عملي كخلفية لأعمالهم، كما أنني أحرص ومجموعة من زملائي على قراءة الروايات القائمة على مفهوم الذكاء الاصطناعي كثيراً في محاولة للتعرف على الشخصيات مثلما هو مفهوم من الحبكة. من ناحية أخرى، من أكثر الفنانين المعاصرين المفكرين الذين يتخذون من الذكاء الاصطناعي مصدراً للإلهام الفنان الأسترالي "ستيلارك".

لقد أخذ "ستيلارك" مفهوم المعايشة مع الذكاء الاصطناعي إلى مرحلة أبعد؛ حيث قام بتصميم عدد من التركيبات الإليكترونية التي تتحدى عن عمد أفكارنا حول الحد الذي ينتهي فيه دور البشر ويبدأ فيه دور التكنولوجيا.

وإنني شخصيًا أفضل تلك التركيبات التي يتم فيها التحكم في الذراع الإليكتروني من خلال إشارات كهربائية صادرة من عضلات البطن والقدم، بينما يكون الذراع الآدمي الآخر تحت سيطرة الإشارات التي يبثها الكمبيوتر عن طريق نظام التنبيه الخاص بشاشة العرض من خلال الأقطاب الكهربائية الموصلة بالجلد (انظر الصورة التالية). وهكذا، يمكننا رؤية ذراع آلي يخضع لسيطرة البشر وذراع بشري يخضع لسيطرة الآلة.



التركيب الذي وضعه "ستيلارك"

تطلعات مستقبلية للذكاء الاصطناعي

من الخطر التفكير في التنبؤ بمستقبل العلم والتكنولوجيا. بالنسبة للمجالات الناشئة من العلم والتكنولوجيا، مثل الذكاء الاصطناعي، يعد التفكير في مثل هذا الأمر ضربًا من الجنون. وإنني أقترح أنه بدلاً من التفكير في ذلك يمكن إبراز بعض جوانب العمل الذي يتم في الوقت الحاضر. حتى أن هذا الأمر من المحتمل أن يكون غير سليم نظراً لأن الكثيرين سوف يكونون بصدد تجربة أفكار جديدة ما زالت غير مشهورة. من ناحية أخرى، قد تحيط السرية الشديدة ببعض أبحاث الذكاء الاصطناعي العسكرية. وصولاً إلى هذه المرحلة، يجب أن يكون لدى القراء صورة عامة وواضحة للذكاء الاصطناعي حتى يدركوا أنه يتم اتباع الكثير من الأبحاث المختلفة لدرجة أن أفضل الخبراء والباحثين قد يغفلون جوانب مهمة في هذا الصدد. ومع ذلك، هناك قدر كبير من الاهتمام والجهود التي تتم داخل مجال الذكاء الاصطناعي. وتتلخص أمنيتي الحقيقية في أن يستفيد القراء مما تم عرضه هنا لاستكشاف أفكار جديدة لأنفسهم.

الوضع الراهن لأبحاث الذكاء الاصطناعي

في المقام الأول، ما زالت جميع أنواع الأبحاث المذكورة من الفصل الأول وحتى الفصل الرابع مستمرة حتى الآن. قد لا تمثل جميعها أحدث التطورات في مجال الذكاء الاصطناعي - مع العلم أن الذكاء الاصطناعي شديد الاهتمام بالوصول إلى أحدث التطورات. ومع ذلك، دعونا نتسم بالصراحة الشديدة في أن كل هذه

الأبحاث فعالة. في الواقع، توجد الكثير من الأبحاث شديدة الفاعلية لدرجة أنها الآن تعد بصفة عامة من الوسائل التكنولوجية العلمية المهمة. يستخدم أغلب الناس في المجتمعات الصناعية المتقدمة بعض جوانب تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي يوميًا دون أن يشعروا بذلك أو يروه بأعينهم، مثل استخدام التليفون المحمول. ومع ذلك، فإن هذا لا يعد سوى مجرد إشارة على أن الذكاء الاصطناعي قد وصل إلى درجة كبيرة من التكنولوجيا. غالبًا ما تكون التكنولوجيا الجيدة والفعالة غير مرئية بالأعين. على الرغم مما ذكر في الفصل الثاني، فإن معظم الناس الذي يعملون في مجال الكمبيوتر في الوقت الحاضر قد يرون تكنولوجيا البحث، على سبيل المثال، كجزء من مجالهم بدلاً من كونها جزءاً من الذكاء الاصطناعي. ومن وجهة نظري، أعتقد أن جميع علوم الكمبيوتر الحديثة قد نشأت نتيجة الذكاء الاصطناعي من الناحية التاريخية. فالذكاء الاصطناعي هو الأساس في ظهور مثل هذه العلوم.

عندما تم تصميم أول كمبيوتر إليكتروني، عادةً ما كان يشير مصمموه له بـ "العقل الإليكتروني". فعليًا، إن الأصل في كلمة "كمبيوتر" هي "حاسب آلي". وقد سمي بذلك نسبة للشخص الذي يجري مهام حسابية إلى أن صار الكمبيوتر الإليكتروني الحديث من الوسائل الشائعة. لقد تحدث "تورنج" وزملاؤه من الباحثين عن محاكاة السلوك البشري الذكي قبل فترة طويلة من قيام مجال تكنولوجيا المعلومات باستخدام مصطلح "Computing" للإشارة إلى حفظ الملفات الإليكترونية وإدارة الرسائل الإليكترونية.

لقد أثمر الذكاء الاصطناعي عن أفكار كثيرة صارت جزءاً من عمل الكمبيوتر ككل بوجه عام. إن نظام الاستخدام المشترك للكمبيوتر وقيام أكثر من مستخدم باستخدام جهاز الكمبيوتر في وقت واحد قد تم تعميمه في أحد معامل الذكاء الاصطناعي. لقد أشرنا في الفصل الثاني إلى أن صنع نموذج أولي لبرامج الكمبيوتر تم في مجال نظم الذكاء الاصطناعي القائمة على المعرفة. إذا استخدمت آلية بحث على الويب، فربما تكون بصدد استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي أو التكنولوجيا الناتجة عن الذكاء الاصطناعي على الأقل. في الواقع، لقد صارت بعض آليات البحث الآن شديدة التطور في عملها لدرجة أنه يقال إن عملها يتركز على إلقاء الضوء على الطرق التي قد يمكن من خلالها للذاكرة البشرية أن تعمل.

كذلك، فإن الجانب العلمي للذكاء الاصطناعي يتقدم بسرعة. إن الصلات التي تربط الذكاء الاصطناعي بعلم الأحياء قد توطدت إلى حد بعيد في هذا المجال المعروف بـ "الهندسة التركيبية العصبية" (Neuromorphic engineering)، مما يمثل بصورة أساسية محاولة إجراء "تحليل هندسي" للآليات البيولوجية. ليس من السهل أن تتم هذه العملية الهندسية على المستوى البيولوجي المناسب، ولكنها يجب أن تتم كذلك. في الوقت الحاضر، يوضع هذا الأمر في الاعتبار على مستوى الخلية العصبية الواحدة. ويبشر هذا المجال بتطوير كل من الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء بصورة هائلة. جدير بالذكر أن الملاحظات نفسها تنطبق على الروابط التي تصل بين الذكاء الاصطناعي وعلم الأعصاب.

وتستمر الأبحاث الرئيسية (مع مواكبتها لأحدث التطورات) في جميع مجالات الذكاء الاصطناعي تقريبًا. من أحدث تلك المجالات في الوقت الحاضر "تكنولوجيا العامل" (Agent technology). قد يكون العامل أحد أجزاء البرامج الصغيرة التي تمثل اهتماماتك على الإنترنت على سبيل المثال أو ربما يكون شخصية اصطناعية مصورة على نحو جيد لتساعدك في استخدام أحد برامج الكمبيوتر.

إن مجال تصميم أجهزة الروبوت التي تعمل في ظروف معينة يتقدم بالقطع بصورة سريعة، حتى أصبح له تطبيقات مفيدة، مثل استخدام أجهزة الروبوت في صيانة البالوعات - وهو ما تم تطبيقه في المدن الألمانية. هناك حاجة أيضًا إلى تصميم أجهزة روبوت متطورة للقيام بمهام مهمة مثل استكشاف المريخ. دون شك، سوف يكون هناك تطبيقات جديدة لمثل هذه الأجهزة وهو الأمر الذي سيؤدي بدوره إلى وضع نظريات. من جانب آخر، تتمثل المهمة البارزة الملحة في الوقت الحاضر في إيجاد طرق يمكن من خلالها لهذه النجاحات الداخلية المتنوعة والمختلفة تمامًا أن تتكامل مع بعضها البعض.

تكامل أساليب الذكاء الاصطناعي

لقد تمت الإشارة في الفصل الرابع إلى تباين وجهات نظر الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي. إن هذا الأمر له نتائج سلبية وأخرى إيجابية. من أهم النتائج الإيجابية أن الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي تناولوا أكبر تنوع ممكن من الموضوعات والتقنيات. فقد تم تضمين السلوك العام للبشر والحيوانات في نطاق الذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى أجهزة الروبوت والكمبيوتر؛ ومن

ثم، لن يكون هذا الأمر مفاجأة. يصعب التعبير بالكلمات عن مدى الإثارة التي يشعر بها المرء نتيجة المشاركة في اتخاذ أولى الخطوات التي يتم اتباعها في هذا البحث واسع النطاق، حيث إن كل فرد تقريبًا يعمل في هذا المجال ينتابه هذا الشعور بالإثارة والفخر بدرجة كبيرة.

لقد تمت الإشارة إلى الجانب السلبي من هذا الأمر كذلك في الفصل الرابع. فتوجد إلى حد بعيد القليل من العقبات في طريق المحاولات التي تتم للدمج بين الأساليب المختلفة المتبعة في مجال الذكاء الاصطناعي. ينظر الكثير من الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي للأساليب الأخرى الخاصة بغيرهم على أنها لن تفيدهم بصورة موضوعية، بل إنهم قد يرفضون دراستها. يعد هذا الأمر بالقطع خطأ. ومثلما رأينا فإن مجال الذكاء معقد إلى حد كبير، كما أنه يصعب فهمه. لذا، يجب استخدام الكثير من التقنيات المختلفة في آن واحد لإجراء الأبحاث في هذا المجال. فوجود أي نوع من أنواع التفرقة النظرية بين أسلوب عمل الشبكة العصبية، على سبيل المثال، المذكور في الفصل الثالث والأسلوب المستخدم لاستنباط المعرفة المذكور في الفصل الثاني سوف يكون أمراً خاطئًا. ولكن، الأسوأ من ذلك أن كلاً من الأسلوبين غالبًا ما يتم رفضهما بصورة صريحة من قبل هؤلاء الذين يصممون أجهزة روبوت تعمل في ظروف معينة.

قد لا يستفيد الباحثون دائمًا من دراسة الذكاء الاصطناعي من منظور مختلف تمامًا عن منظورهم. ومع هذا، إذا رأوا أن هذا المنظور الآخر "خاطئًا" أو "سيئًا" بدلاً من اعتباره ببساطة "مختلفًا"، فهم

بذلك يسيئون إلى أبحاثهم. هناك سبب واحد وراء ذلك الأمر، ألا وهو أنه يضع عائقًا غير ضروري بالمرة أمام الاستفادة من الأفكار والأساليب الأخرى، بل وأحيانًا ما يمنعهم ذلك عن التحلي بالتفكير الإبداعي. إن الأبحاث الخاصة بالسلوك الذكي تتسم بالصعوبة الكافية على أية حال. ومن ثم، ليست هناك حاجة فعلية لوضع المزيد من مثل هذه العقبات.

إن جميع هذه الأساليب الخاصة بالذكاء الاصطناعي التي ظهرت على مر السنين قد قدمت حلولاً مفيدة لبعض الموضوعات العلمية شديدة الصعوبة. بالقطع لا تكمن المشكلة في أنها لا تقدم حلولاً لكل مشكلة على حدة. ولقد كانت وجهة نظري منذ زمن طويل أن المطلوب في مجال الذكاء الاصطناعي هو عدم الاعتماد على "المعايير الأساسية" البسيطة للسلوك الذكي لأن الذكاء مثلما لاحظنا يتسم بالتعقيد وبوجود أبعاد كثيرة.

بعيداً عن مجال الدراسة، تتحد الأساليب المختلفة للذكاء الاصطناعي ليس فقط في مكان واحد، ولكن غالبًا في برنامج واحد. ويعد برنامج Clementine (المذكور في الفصل الثاني) مثالاً جيداً في هذا الصدد. من الواضح أن التكامل بين هذه الأساليب أمر ممكن ومفيد من الناحية المادية أيضًا.

عندما أطرح سؤالاً على الباحثين حول السبب وراء اتجاه الكثيرين لنقد مجهودات ووجهات نظر الآخرين، عادةً ما تكون الإجابة هي أن ذلك نتيجة اهتمامهم بإبراز جهودهم على حساب الآخرين للحصول على التمويل اللازم من الجهات المعنية. قد يكون

ذلك هو الوضع في مجال الدراسة، ولكن غالبًا لا يكون الأمر كذلك في مجال الصناعة حيثما ينصب الاهتمام الأكبر على مدى كفاءة هذه المجهودات أكثر من الاهتمام بما إذا كان هذا الأمر مفيداً من الناحية المادية داخل إطار البحث أم لا.

لقد حان الوقت للاعتراف بأن أي تفسير مفيد للسلوك الذكي يجب أن يتضمن المعرفة والخلايا العصبية والظروف المعينة المحيطة بهذا السلوك. يحاول بعض الفلاسفة أن يوضحوا على المستوى النظري إلى حد ما كيفية القيام بهذا الأمر. وإننا نأمل ألا يمضي وقت طويل قبل أن يبدأ هذا النوع من التكامل بين الأساليب المختلفة في العمل على المستوى الأكثر عملية. إن الناتج العملي لهذا التكامل قد يميز التقدم المستقبلي الفوري للذكاء الاصطناعي. وليس بمحض الصدفة أن تتضمن الاتجاهات الواعدة المذكورة في نهاية هذا الفصل درجة من التكامل بين أساليب الذكاء الاصطناعي المختلفة.

بالطبع، يتطلب تكامل الأساليب المختلفة للذكاء الاصطناعي أكثر من مجرد تبني اتجاه انتقائي منا. نظراً لأن الأساليب المختلفة تدرس المشكلة بطرق مختلفة بصورة أساسية، فلا تعد مهمة الدمج بين هذه الأساليب على نحو مفيد أمراً بسيطًا. دعونا نعود مرة أخرى إلى المشكلة المتعلقة بجهاز الروبوت "كوج". لقد كان "رودني بروكس" يشعر بالضيق لعدم استطاعة "كوج" التمييز بين جراب النظارة والتليفون المحمول. بالنسبة له، يعد هذا الأمر موطن ضعف خطير في برنامج البحث. ولكن بالنسبة للباحثين المؤيدين لأسلوب الذكاء الاصطناعي القائم على المعرفة، ليس من الصعب أو الغريب حل هذه

المشكلة. في ضوء أسلوب الذكاء الاصطناعي القائم على المعرفة، لا يستطيع "كوج" التمييز بين شيئين لأنه ليس لديه معرفة بأي منهما. وهناك حل بسيط يتمثل في وضع بعض القواعد التي تدرك الفروق بين التليفون وجراب النظارة.

إن الباحث الذي يستخدم الأسلوب المعتمد على الربط بين الأجزاء المختلفة لن يتمكن من برمجة القواعد المتبعة أو تغييرها، فبدلاً من ذلك سوف يحاول تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية من خلال عرض الأمثلة. سوف يتم تقديم الأمثلة النمطية للتليفون المحمول وجراب النظارة أمام الجهاز البصري للروبوت "كوج"، كما سيتم ضبط الأوزان في الشبكة حتى تميز بين نوعين من الأشياء على نحو موثوق به. ليست هناك قاعدة واضحة في هذه الحالة، لكن الشبكة ستعمل كما لو كانت أداة للتمييز.

بالنسبة لـ "بروكس" وفريقه الذي يعمل في معهد ماسيتشوستس للتكنولوجيا، سوف يعد هذا الأسلوب ضربًا من المستحيل. إذا كان لدى هذا الفريق رغبة لتصميم آلة لكي تميز بين التليفون المحمول وجراب النظارة، فهناك الكثير من الطرق التي يمكنه اتباعها لتحقيق ذلك. غالبًا ما يكون التليفون أثقل من جراب النظارة، ومن ثم فقد يفي بالغرض استخدام ذراع مثبت على زنبرك ذي تدرجات للميل من ناحية للتليفون ومن ناحية أخرى لجراب النظارة. بالنسبة لفريق البحث في هذا المعهد، تعد هذه طريقة أخرى يمكن من خلالها للمصممين إقناع الآخرين من خلال استخدام معرفتهم بالعالم في وضع حل لمشكلة معينة في إحدى الآلات. إن تدريب إحدى الشبكات

الاصطناعية للقيام بعمل مشابه تمامًا لعمل تلك القواعد يعد من ضمن الطرق الأخرى المتاحة. إن الفكرة الأساسية حول تصميم الروبوت "كوج" تتلخص في أنه كان من المفترض أن يقوم بالتمييز بين الأشياء من نفسه دون الحاجة إلى الاستعانة بأساليب أخرى.

لكن بالنسبة لمتخصصي استخدام أسلوب الربط بين الأجزاء والباحثين المؤيدين للأسلوب المعتمد على المعرفة، يقترب أسلوب التفكير المتبع في معهد ماسيتشوستس من الاعتقاد بصحة شيء لمجرد الرغبة في أن يكون صحيحًا. عندما يستطيع "كوج" التمييز بين التليفون المحمول وجراب النظارة، فيجب أن يكون ذلك معتمداً على هذه القاعدة التمييزية. قد لا تكون تلك القاعدة واضحة في أثناء تطبيقها، لكنها واضحة في مضمونها العام. ببساطة، إن تضمين أدوات بصرية جيدة (يمتلك "كوج" أدوات بصرية على درجة من الجودة بالفعل) وربط هذه الأدوات بجهاز كمبيوتر فعال بالإضافة إلى وجود الذراعين وما إلى ذلك، فضلاً عن التطلع إلى إظهار بعض السلوكيات المثيرة لا يعد أسلوب بحث فعال. والأسوأ من ذلك أنه عندما لا يظهر هذا السلوك المثير، مثلما هي الحال في هذا المثال، تزداد الرغبة في ضبط الروبوت قليلاً حتى يتمكن من تمييز الأشياء.

ومن ثم، فبالنسبة لمتخصصي استخدام أسلوب الربط بين الأجزاء وباحثي الذكاء الاصطناعي الذين يعتمدون في أبحاثهم على المعرفة، يعد عجز "كوج" عن التمييز بين جراب النظارة والتليفون المحمول ميزة جيدة؛ حيث إنه يوضح أن هذا الفريق من الباحثين قد رفض فكرة خداع الآخرين. سوف يكون من السهل إدخال بعض الإضافات

الصغيرة إلى أحد أجزاء برنامج الكمبيوتر لمساعدة "كوج" في أداء هذه المهمة. ولكن على الجانب الآخر، ربما يرى البعض أن هذا يظهر عدم فعالية هذا الأسلوب.

ربما يساعد المثال السابق في شرح السبب وراء قيام باحثي الذكاء الاصطناعي أحيانًا بانتقاد الأساليب التي يتبعها كل منهم. إن تكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي الناجحة والمتعددة سوف تؤتي بنتائج عظيمة. ولكن، توجد الكثير من المشكلات العملية والفلسفية التي يجب التغلب عليها قبل أن يؤتي تكامل الأساليب المختلفة بثماره. من جانب آخر، توجد طرق يمكن من خلالها أن يصبح تكامل المجالات الفرعية المتنوعة للذكاء الاصطناعي أمراً رئيسيًا في عملية البحث. وسوف يدرس الجزء التالي إحدى هذه المجالات - مجال تكنولوجيا العامل.

تكنولوجيا العوامل الاصطناعية

مثلما ذكرنا مسبقًا في هذا الفصل، قد يضم العامل العديد من الأشياء من الناحية التقنية، ولا بد من إدراك أمرين مهمين في هذا الصدد. أولاً، يعد مجال تكنولوجيا العامل حديث العهد بحيث يمكن وضع تعريف ثابت له. ثانيًا، لقد ساعد التداخل بين المجالات هذا الفرع من الذكاء الاصطناعي في جمع الأفكار من المجالات الأخرى على نحوٍ مفيد. كثيراً ما حاول هذا الأسلوب الخاص بالذكاء الاصطناعي عن عمد جمع بعض الأفكار من الروبوت الذي يعمل في ظروف معينة مع أساليب الذكاء الاصطناعي الأخرى. والأمر المهم حول العوامل ليس ماهيتها وإنما ما تقوم به.

نظراً لأن العوامل تتسم بالاستقلالية إلى حد ما، فقد كان عليها حل معظم المشكلات الخاصة بالسلوك الذكي - مثل إدراك البيئة المحيطة بهذه العوامل والتصرف فيها على نحو فعال - دفعة واحدة. لذا، تسعى دراسة الذكاء الاصطناعي من حيث كيفية تصميم عامل يمكنه القيام بمهمة محددة إلى الالتزام على الأقل ببعض هذه المبادئ الخاصة بالعمل في ظروف معينة وتلك الضرورة التي تحتم علينا اتباع أسلوب شامل في أبحاث الذكاء الاصطناعي والتي تمت مناقشتها في الفصل الرابع.

يوجد إجراء واحد جيد يمكن متابعة البحث من خلاله، ألا وهو تجميع أعداد كبيرة من مثل هذه العوامل. على الرغم من أن ذكاء كل فرد على حدة قد يكون محدوداً، لكن عندما يتحد هذا الذكاء كما لو كان فئة واحدة سوف يظهر الكثير والكثير من السلوك المفيد. إن دراسة سلوك الحشرات التي تعيش في جماعات، مثل النمل، قد ألقت الضوء على بعض التفاصيل الخاصة بكيفية تحقيق المهام المعقدة نسبيًا من خلال مجموعات معينة من سلوكيات الكائنات البسيطة. وهناك أمل بأن تتمكن مجموعات العوامل المتوافقة (وربما المتنافسة) من أداء مهام أكثر تعقيداً من المهام التي يمكن أن يقوم بها العامل الواحد.

هناك سمة مميزة للتكنولوجيا المعتمدة على العامل، ألا وهي أنها تكون شديدة البساطة في بعض الأمثلة لدرجة أن أي شخص تقريبًا يمكنه الاستعانة بها. يمكن اعتبار الشخصيات الموجودة في ألعاب الكمبيوتر على سبيل المثال عوامل - ولا سيما إذا كانت قادرة على اتخاذ بعض القرارات المستقلة. تعد بعض أنواع البرامج

التي تستكشف الإنترنت - حتى تلك التي ترسل لك بريداً غير مطلوب - أمثلة لتكنولوجيا العامل. إن حقيقة أن هذه التكنولوجيا يسهل تطبيقها والاستعانة بها بصورة نسبية تشير إلى أنه من المحتمل جداً حدوث تقدم فيها.

على الجانب الآخر، توجد أيضًا أمثلة لتكنولوجيا العامل تتضح من خلال برامج بسيطة وصغيرة. ربما يكون الروبوت المستقل ذاتيًا أو شبه المستقل مثالاً للنوع نفسه من التكنولوجيا. توجد الكثير من مجالات التطبيق المفيدة لمثل هذا النوع من الروبوت، مثل استكشاف المريخ. ولكن، لا يمكن التحكم في الروبوت الذي يتحرك على سطح كوكب المريخ ببساطة عن طريق البشر بسبب التأخير في تلقي الإشارات اللاسلكية من كوكب المريخ وكذلك التأخير في إرسال إشارة التحكم مرة أخرى، الأمر الذي قد يستغرق دقائق عديدة (ما بين ٩ و٤٨ دقيقة على وجه التحديد) - وهو الوقت الذي خلاله قد يواجه الروبوت أية مشكلة. تجدر الإشارة إلى أنه يتعين على الروبوت أن يستخدم ذكاءً من نوع خاص لتجنب السقوط في الحفر العميقة، وهو الذكاء المطلوب استغلاله على سطح القمر.

جدير بالذكر أن الروبوت شبه المستقل الذي يستكشف سطح المريخ هو نتاج لجهود مجال الذكاء الاصطناعي في هذا الصدد. لقد تم إرسال ثلاثة مجسات لكوكب المريخ خلال عام ٢٠٠٣ فقط. تعتمد هذه المجسات على مجموعة من التكنولوجيا المتنوعة للذكاء الاصطناعي. توجد كذلك نظم جدولة المهام التي تنظم المتطلبات التقنية. فضلاً عن ذلك، توجد النظم المعتمدة على المعرفة التي يستخدمها العلماء في تحديد الأماكن التي يمكن استكشافها في

المريخ. لقد حققت النظم المعتمدة على المعرفة نجاحًا كبيراً في تحديد أماكن الرواسب المعدنية في الأرض. سوف يستخدم كذلك برنامج الذكاء الاصطناعي في تعزيز نظم اتخاذ القرار لمساعدة الخبراء والعاملين في هذه المجالات.

هناك مجال آخر مثير لتطبيق هذه التكنولوجيا ألا وهو صيانة نظم الصرف الصحي. في هذا المجال، يمكن للروبوت البسيط نسبيًا من الناحية الميكانيكية الذي يدفع نفسه خلال الأنابيب الموضوعة تحت الأرض أن يساعد في إزالة العوائق. ومع هذا، حينما يقع الروبوت في مأزق يمكنه طلب المساعدة من أجهزة الروبوت الأخرى، قبل أن يطلب تدخل الإنسان. إن مثل هذا السلوك المتعاون الصادر عن الروبوت شبه المستقل يفصح عن الجوانب الأخرى الفعالة لتكنولوجيا العامل.

التطبيقات الحديثة للذكاء الاصطناعي

إن اعتبار العوامل أحد أنواع برامج الكمبيوتر التي تعرض صوراً على الشاشة سوف يؤدي إلى ظهور المزيد من التطبيقات المثيرة للذكاء الاصطناعي. لقد عرضت بالفعل شركات الأفلام الكبرى في هوليوود إنتاج أفلام عن طريق محاكاة صور النجوم باستخدام الكمبيوتر. جدير بالذكر أن الشخصيات الاصطناعية في الأفلام يرجع تاريخها إلى شخصية "ميكي ماوس" الشهيرة التي ظهرت في عام ١٩٢٨ . وفي الوقت الحاضر، تقدم أحدث وسائل التكنولوجيا شخصيات تفوق روعتها روعة هذه الشخصية - وهي شخصيات يتم تقديمها من خلال محاكاة الكمبيوتر بحيث لا يمكن

تميزها عن الفنانين البشر في أثناء عرضها على الشاشة. لقد تطورت المشروعات بحيث صار من الممكن الاستعانة بشخصيات النجوم الراحلين، مثل مارلين مونرو وهامفري بوجارت، في الأفلام مرة أخرى. لدي شك ضئيل في أن المشكلات التقنية سوف يتم التغلب عليها في القريب العاجل. إن هذا النوع من التكنولوجيا باهظ الثمن، لكنه يسير من الناحية العلمية على النحو نفسه مثل الكثير من أبحاث الذكاء الاصطناعي. ونظراً لارتفاع أجور الممثلين بدرجة كبيرة، فإن الدافع المادي لاستخدام نجوم من صنع الكمبيوتر صار حقيقة واقعية.

لقد كانت شبكة الإنترنت في الأصل تطوراً عسكريًا يستخدمه قلة من الأكاديميين بصفة مبدئية لأنهم كانوا يجرون الأبحاث العسكرية. يعد استخدام الويب أيضًا من ضمن ابتكارات علماء الطاقة النووية حتى يتمكن كل منهم من الاطلاع بسهولة على أبحاث غيره من العلماء.

يمكن استخلاص نتيجة واحدة من هذه الوسائل التكنولوجية سالفة الذكر، ألا وهي التهافت الشديد على استخدامها. إن إمكانية وجود سوق كبيرة وأرباح كثيرة تعد من ضمن الأسباب التي وراء أهمية النظر إلى هذه الوسائل التكنولوجية بصورة جادة. ربما تكون من ضمن هذه الطرق زيادة عدد الشخصيات الاصطناعية المصممة من خلال الكمبيوتر والموجودة في الألعاب الخاصة به. ومثلما لوحظ سابقًا، غالبًا ما يتم تصميم هذه الشخصيات في الوقت الحاضر بالاستعانة بوسائل الذكاء الاصطناعي. إن الجمع بين هذه التكنولوجيا الخاصة بالذكاء الاصطناعي والقدرة على تصميم شخصيات اصطناعية واقعية على نحو تام سوف يعد فرصة جديرة بالاستغلال.

من السهل التعرض لاستجابة انفعالية حالية تجاه هذه الوسائل التكنولوجية. من جانب آخر، تشكل هذه الاستجابة التطورات التكنولوجية الموجودة بالفعل والاتجاهات الاجتماعية الحالية. يرى بعض الكتاب، مثل "نيل فرود"، أن هذا الأمر - المتمثل في تصميم شخصيات اصطناعية - يكشف عن وجود أحوال سيئة بالفعل في المستقبل. سوف يزعم البعض أنهم يفضلون الحياة الاصطناعية على الحياة الطبيعية، حيث إنهم يميلون إلى قضاء معظم الوقت أمام أجهزة الكمبيوتر بدلاً من التعرض لكثير من المخاطر في العالم الفعلي. وسوف يؤدي هذا الأمر إلى تراجع مستوى التفاعل البشري العادي بين الأفراد وعدم القدرة على التنبؤ بالصعوبات المحتملة. في مقابل هذا النوع من وجهات النظر، قد يزعم البعض أن قضاء معظم الوقت أمام الكمبيوتر لم يسهم في تفكك المجتمع خلال القرن العشرين. وسوف يعتاد البشر على هذه التكنولوجيا مثلما اعتادوا على التكنولوجيا التي ظهرت منذ زمن أسلافهم مثل التليفزيون وألعاب الكمبيوتر. على الجانب الآخر، فإن تكنولوجيا القرن العشرين - المتمثلة في الأفلام والمسلسلات التليفزيونية وألعاب الكمبيوتر - غالبًا ما تدر أرباحًا كثيرة؛ ومن ثم يعد هذا المجال من استخدام التكنولوجيا جذابًا من الناحية المادية.

هناك مجال تطبيقات واعد ومفيد من الناحية الاجتماعية لنظم الذكاء الاصطناعي يتضمن الروبوت المصمم على شكل إنسان. ويتمثل هذا المجال في تلك النظم التي تعتني بكبار السن بطرق عديدة. وقد يتضمن هذا الأمر تكنولوجيا التدبير المنزلي المتكاملة التي تهدف إلى القيام بالمهام المنزلية مثل الطهي وما إلى ذلك بهدف

المساعدة في تجنب التعرض لحوادث. يستطيع الروبوت أن يساعد في أداء المهام المنزلية المختلفة. في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية حيث يوجد عدد كبير من المسنين والأغنياء، تحظى هذه التكنولوجيا بسوق كبيرة ومنفتحة. ويتمثل السؤال المثير في إذا ما كانت هذه التكنولوجيا سوف تتطور من خلال الاستخدام الناتج عن أحد أساليب الذكاء الاصطناعي الأخرى، وإنني أتوقع أن تتم الإجابة عن هذا السؤال في القريب العاجل.

من جانب آخر، إذا تأملت التطور الكبير التالي لمجال الذكاء الاصطناعي، فمن المحتمل أن يؤثر هذا المجال على جميع البشر على حين غرة. إنني أنتظر بالقطع أن يتم هذا الأمر على نحو فجائي. فغالبًا ما كانت التطورات السابقة تظهر من لا شيء وعلى نحو غير متوقع. وتجدر الإشارة هنا إلى أنه أحيانًا ما تقوم مجموعات صغيرة من الباحثين الذين يدرسون المشكلات العادية بطرق مختلفة بإحداث إنجاز عظيم. وأحيانًا أخرى يعود الباحثون إلى الأفكار المهملة منذ زمن طويل ويجربونها من جديد باستخدام أجهزة الكمبيوتر الحديثة. كذلك، قد يطرح أحد المنشقين عن مجموعة من الباحثين فكرة جديدة، ثم تتضح أنها فعالة.

ومثلما ذكرت في المقدمة، يعد هذا المجال من المجالات الشيقة للكتابة فيه، كما أنه من الشيق وجود مثل هذه التكنولوجيا في حياتنا.

الفهـــرس

المـوضـوع	الصفحة

الوصول إلى الحقيقة يتطلب إزالة العوائق
التي تعترض المعرفة، ومن أهم هذه العوائق
رواسب الجهل، وسيطرة العادة، والتبجيل المفرط
لمفكري الماضي
أن الأفكار الصحيحة يجب أن تثبت بالتجربة

روجر باكون



التعليم ليس استعدادا للحياة ، إنه الحياة ذاتها
جون ديوي
فيلسوف وعالم نفس أمريكي

الذكاء الاصطناعي

يعد هذا الكتاب مقدمة واضحة وموجزة لعدد كبير من الموضوعات المرتبطة بقضية الذكاء الاصطناعي. ويتسم هذا الدليل بالوضوح والدقة، كما أنه يقدم مدخلاً متوازنًا وسهلاً لهذه القضية المعقدة التي غالبًا ما تكون محاطة بالكثير من الغموض.

ويعمل هذا الكتاب على إماطة اللثام عن الكثير من الخرافات حول الذكاء الاصطناعي بهدف إظهار الإمكانات الحقيقية لهذا العلم المستقبلي. ويتم من خلال هذا المرجع إلقاء الضوء على:

- مفهوم "الذكاء" فيما يتعلق بعلم الأعصاب والمخ وأجهزة الكمبيوتر الإليكترونية
- برامج التنقيب عن البيانات وبرامج كشف الاحتيال في مجالي الذكاء الاصطناعي والأنشطة التجارية
- الاستخدام المنصوص عليه للذكاء الاصطناعي في علم الفلسفة وعلم الأخلاق

يمثل هذا الكتاب خطوة نحو الغد، حيث إنه سيأخذنا في رحلة رائعة لعالم الكمبيوتر وكذلك إلى أعماق المخ البشري. وسوف يطلع القراء على كل شيء بدءًا من الروبوت المشابه للحشرات وصولاً إلى أجهزة الكمبيوتر التي قهرت أبطال العالم في الشطرنج. علاوةً على ذلك، سوف يلقي الكتاب الضوء على القضايا الجدلية الكثيرة التي أُثيرت حول الذكاء الاصطناعي.

نبذة عن المؤلف:

يلقي "بلاي ويتباي" محاضرات حول العلم المعرفي والذكاء الاصطناعي في إحدى الجامعات بإنجلترا. ولقد قام بتدريس تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لما يقرب من عقدين، وتركز أبحاثه على النتائج الاجتماعية والأخلاقية لهذه التكنولوجيا الجديدة. إلى جانب هذا، فإن "ويتباي" يعمل رئيسًا للتحرير للجريدة الرئيسية المعنية بالذكاء الاصطناعي في بريطانيا.


ISBN 978-977-455-223-4
9 789774 552236







Exclusive
For
www.ibtesama.com